

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra mechanické technologie

Zvýšení životnosti střižníků při výrobě ocelových rámu židlí

*Increasing of Piercing Punches Lifetime at Production of Steel
Supporting Frames of Chairs*

Student:

Jan Páral

Vedoucí bakalářské práce:

prof. Ing. Radek Čada, CSc.

Ostrava 2016

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra mechanické technologie

Zadání bakalářské práce

Student: **Jan Páral**
Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: 2303R002 Strojírenská technologie
Téma: **Zvýšení životnosti střížníků při výrobě ocelových ráků židlí**
Increasing of Piercing Punches Lifetime at Production of Steel
Supporting Frames of Chairs
Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Popište současný technologický postup výroby ohýbaných a děrovaných ráků židlí v podniku Kovona System, a. s.
2. Popište proces děrování ohýbaného ráku židle prováděný v podniku Kovona System, a. s. včetně popisu stroje, stávající děrovací jednotky a nalezení kritických míst na děrovací jednotce. Popište vlastnosti používaného materiálu E320 pro výrobu ráků židlí v podniku Kovona System, a. s. Popište chování materiálu v místě děrování trubky přes dvě stěny, když se uplatňuje i vliv odpadu, a to s ohledem na použitý materiál.
3. Navrhněte jinou konstrukci děrovací jednotky, než je dosud používaná, za účelem zvýšení životnosti střížníků.
4. Navrhněte nové tvary střížníků pro dosažení minimální velikosti otřepu a co nejvyšší životnosti střížníku, proveďte zkoušky jejich funkce a vyhodnocení těchto zkoušek vedoucí k výběru nejvhodnějšího tvaru.
5. Zpracujte rozbor možných výskytů vad (neshod) při děrování ráků židlí v podniku včetně popisů jejich možných příčin. Navrhněte opatření k zamezení výroby zmetků.
6. Proveďte celkové srovnání používané technologie výroby s navrženou včetně rámcového ekonomického zhodnocení.

Seznam doporučené odborné literatury:

ČADA, R. *Tvářitelnost ocelových plechů: odborná knižní monografie*. Lektorovali: L. Pollák a P. Rumíšek. 1. vyd. Ostrava: REPRONIS, 2001. 346 s. ISBN 80-86122-77-8.

EVIN, E., HRIVŇÁK, A. a KMEC, J. Získavanie materiálových údajov pre numerickú simuláciu. In: *Zborník prednášok 7. medzinárodnej konferencie TECHNOLÓGIA 2001: I. diel*. Bratislava: Slovenská technická univerzita v Bratislave, 2001. s. 281-284. ISBN 80-227-1567-0.

PETRUŽELKA, J. *Ročníkový projekt: Jak psát bakalářskou práci* [online]. Ostrava: VŠB-TUO, FS, poslední aktualizace 21. 10. 2006 [cit. 2007-04-10]. Dostupný z [www: <URL: http://www.345.vsb>](http://www.345.vsb)

cz/jiripetruselka/Texty/Jak%20psat.pdf>.

ČSN 01 6910 *Úprava písemností psaných strojem nebo zpracovaných textovými editory*. Praha: Český normalizační institut, 2007. 48 s.

ČSN ISO 2145 (01 0184) *Dokumentace: Číslování oddílů a pododdílů psaných dokumentů*. Praha: Český normalizační institut, 1997. 6 s.

ČSN ISO 7144 (01 0161) *Dokumentace: Formální úprava disertací a podobných dokumentů*. Praha: Český normalizační institut, 1997. 24 s.

ČSN ISO 80000-1 (01 1300) *Veličiny a jednotky – Část 1: Obecně*. Praha: Český normalizační institut, 1994. 60 s.

ČSN ISO 690 (01 0197) *Informace a dokumentace: Pravidla pro bibliografické odkazy a citace informačních zdrojů*. Praha: Český normalizační institut, 2011. 40 s.

ČSN ISO 214 (01 0148). *Dokumentace: Abstrakty pro publikace a dokumentaci*. Praha: Český normalizační institut, 2001. 16 s.

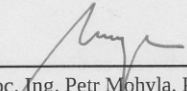
Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **prof. Ing. Radek Čada, CSc.**

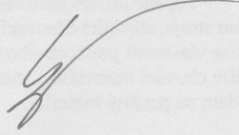
Datum zadání: 11.12.2015

Datum odevzdání: 16.05.2016






doc. Ing. Petr Mohyla, Ph.D.
vedoucí katedry



doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

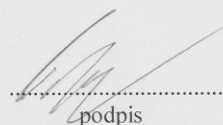
V Ostravě dne 16. května 2016


.....
podpis studenta

Prohlašuji, že:

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 školní dílo;
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3);
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO;
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 11/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě 16. května 2016


.....
podeps

Jméno a příjmení autora práce:

Jan Páral

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Višňové 256, 671 38

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat panu prof. Ing. Radku Čadovi, CSc. z Katedry mechanické technologie Fakulty strojní VŠB – TU Ostrava za cenné připomínky a odborné rady, kterými přispěl k vyšší úrovni zpracování této bakalářské práce. Dále děkuji firmě KOVONA SYSTEM, a. s. za poskytnuté informace a konzultace, konkrétně panu Ing. Antonínu Bieleckému.

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

PÁRAL, J. *Zvýšení životnosti střížníků při výrobě ocelových rámu židlí: bakalářská práce.* Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra mechanické technologie – 345, 2016, 71 s. Vedoucí bakalářské práce: Čada, R.

V bakalářské práci byla rozebrána stávající technologie ohýbání a děrování ocelových rámu židlí ve společnosti KOVONA SYSTEM, a. s. Byla nalezena kritická místa na děrovací jednotce a navržena alternativní konstrukce této jednotky. Aplikace této úpravy vede ke zvýšení životnosti střížných nástrojů a zlepšení kvality střížné plochy. Pro novou konstrukci děrovací jednotky byl navržen střížník s odlišnou geometrií střížné části, oproti původnímu řešení. V práci bylo provedeno rámcové ekonomické zhodnocení navržené technologie děrování ocelových rámu židlí.

ANNOTATION OF BACHELOR'S THESIS

PÁRAL, J. *Increasing of Piercing Punches Lifetime at Production of Steel Supporting Frames of Chairs: Bachelor Thesis.* Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Mechanical Technology – 345, 2016. 71 s. Bachelor's Thesis head: Čada, R.

This bachelor thesis deals with actual technology of inflecting and punching steel supporting frames in company KOVONA SYSTEM, a.s. Critical spots were found on punching unit and alternative construction of this unit was proposed. Application of this upgrade leads to increasing of piercing punches lifetime and quality improvement of piercing surface. For new construction of punching unit was proposed piercing punch wich has a diferent geometry of piercing part, compared to the former solution. Frame economical evaluation of proposed technology -piercing of steel supporting frames of chairs was made in this thesis.

Obsah

Seznam použitých značek a symbolů	9
Úvod	11
1 KOVONA SYSTEM.....	12
1.1 Popis barové stoličky GLENN	14
1.2 Materiál rámu barové stoličky	16
1.3 Ohýbání	18
1.3.1 Stav deformace při ohýbání	19
1.3.2 Technologické parametry ohýbání	19
1.4 Stříhání	22
1.4.1 Stříhání ve stříhadlech	22
1.4.2 Střížná mezera	23
1.4.3 Přesnost a jakost povrchu při stříhání	24
1.4.4 Stanovení rozměrů střížníku a střížnice	25
1.4.5 Výpočet střížné síly	28
2 Současný technologický postup výroby rámu židlí	29
2.1 Kontrola jakosti výroby	34
2.2 Popis děrovací jednotky	38
2.3 Analýza výměn střížníků a střížnic děrovacího zařízení GLENN	40
3 Nový návrh konstrukce děrovací jednotky	43
3.1 Výpočet velikosti střížné mezery	43
3.2 Výpočet vůle mezi součástkami původního konstrukčního řešení děrovací jednotky ...	44
3.3 Alternativní řešení konstrukce	46
3.4 Výpočet rozměrů střížníku a střížnice	48
3.5 Návrh střížnice	49
3.6 Návrh složeného střížníku	50
3.7 Návrh úpravy čela střížníku	51
3.8 Rámcové ekonomické zhodnocení	53
Závěr	54
Seznam použitých zdrojů	56
Seznam příloh	58

Seznam použitých značek a symbolů

α	úhel zkosení čela střížníku	[°]
α_1	úhel otevření ramen ohýbané součásti před odpružením	[°]
α_2	úhel otevření ramen ohýbané součásti po odpružení	[°]
b	šířka polotovaru v místě ohybu	[mm]
c	koeficient závislý na druhu stříhání	[–]
D	jmenovitý průměr výstřížku s rozhodujícím vnějším obrysem	[mm]
D_s	jmenovitý průměr střížnice	[mm]
d	jmenovitý průměr výstřížku s rozhodujícím vnitřním obrysem	[mm]
d_k	jmenovitý průměr střížníku	[mm]
ε_e	logaritmická deformace na mezi kluzu	[–]
ε_m	maximální rovnoměrné prodloužení na mezi pevnosti	[–]
ε_t	tečná plastická deformace	[–]
ε_z	plastická deformace kolmá na rovinu ohybu	[–]
F_{\max}	maximální střížná síla	[N]
h	výška zkosení čela střížníku	[mm]
h_{\max}	maximální výška zkosení čela střížníku	[mm]
i	toleranční jednotky pro výpočet stupně přesnosti	[–]
K	velikost odpružení	[mm]
k	koeficient zahrnující vlivy, které zvyšují střížnou sílu	[–]
P_o	velikost přídavku na opotřebení	[mm]
P_u	mezní úchylka vystříhovaného otvoru	[mm]
p_k	přídavek na zhotovení střížníku	[mm]
p_s	přídavek na zhotovení střížnice	[mm]
R_a	drsnost povrchu	[mm]
R_m	mez pevnosti v tahu	[MPa]
R_{ms}	mez pevnosti ve stříhu	[MPa]
r_1	vnitřní poloměr ohybu před odpružením	[mm]
r_2	vnitřní poloměr ohybu po odpružení	[mm]
r_{\max}	největší poloměr ohybu	[mm]
r_{\min}	nejmenší dovolený poloměr ohybu	[mm]

S	střižná plocha	$[\text{mm}^2]$
s	tloušťka polotovaru	$[\text{mm}]$
s_0	počáteční tloušťka ohýbaného materiálu	$[\text{mm}]$
t	tloušťka polotovaru v místě ohybu	$[\text{mm}]$
U_h	horní úchylka rozměrů výstřižku	$[\text{mm}]$
U_s	dolní úchylka rozměrů výstřižku	$[\text{mm}]$
v	střižná vůle	$[\text{mm}]$
W_O	modul průřezu v ohybu	$[\text{m}^3]$
z	střižná mezera	$[\text{mm}]$

Úvod

V současnosti i v minulosti byla strojírenská technologie jednou z hnacích sil při vývoji a zavádění nových výrobků v technické praxi. Strojírenskou technologii lze rozdělit do oblastí: slévárenství, obrábění, tváření, svařování, povrchové úpravy.

Technologií tváření se zhotovují polotovary určené k dalšímu zpracovávání, ale i hotové výrobky rozmanitých tvarů a rozměrů. Jedná se o ekonomicky velmi výhodnou technologii. Proto také nachází své uplatnění převážně v sériové a hromadné výrobě. V současné době se až 90 % výrobků zhotovuje některou z technologií tváření.

Technologii tváření lze obecně rozdělit do dvou skupin, tváření plošné a tváření objemové. Do plošného tváření lze zahrnout operace jako stříhání, ohýbání, tažení, rovnání. Objemové tváření se dělí na tváření zastudena, které se odehrává pod rekrytalizační teplotou a zatepla, kdy teplota tváření překročí rekrytalizační teplotu. Do objemového tváření lze zařadit: kování, válcování, protlačování, tažení.

Technologii stříhání se rozumí proces, při kterém dochází k postupnému oddělování materiálu podle křivky stříhu. Zhotovený výstřížek by měl mít takový tvar, aby se dal vyrobít při co nejmenších nákladech a zároveň splňoval svoji funkci.

Tato bakalářská práce vychází ze současného stavu při děrování ocelového rámu barové stoličky ve společnosti KOVONA SYSTEM, a. s., který je zde popsán. Zabývá se nalezením kritických míst při současné technologii stříhání. Autor navrhl alternativní konstrukci děrovací jednotky pro zlepšení životnosti stříhacích nástrojů. Rovněž zvolil novou geometrii střížníku pro proces děrování přes dvě stěny ocelového rámu barové stoličky GLENN.

1 KOVONA SYSTEM

Podnik se současným názvem KOVONA SYSTEM, a. s. byl založen v roce 1904 jako drátovna. Po změně majitele v roce 1907 byla výroba rozšířena o hutní výrobu a došlo i ke změně názvu na Fryštátské ocelárny. V roce 1917 k podniku přibyla ještě šroubárna [1].

Ve třicátých letech v důsledku hospodářské krize došlo k uzavření všech provozů a jejich přemístění do Vítkovic a Bohumína. Podnik byl odkoupen německými podnikateli a výroba přeorientovaná na kovový nábytek [1].

V roce 1948 byl podnik zestátněn a začleněn do skupiny nábytkářských firem KOVONA, národní podnik. V roce 1950 došlo k vyčlenění KOVONA, n. p. KARVINÁ, a tímto zde začala výroba trubkového lešení, vzduchotechniky a bytových jader pro stavební průmysl [1].

Od roku 2000 vystupuje společnost pod názvem KOVONA SYSTEM, a. s. V době zahájení činnosti se zabývala výrobou lehkých policových regálů, výrobou interiérových prvků a povrchovou úpravou práškovými nástřikovými hmotami. Jejím velmi významným zákazníkem byla společnost Škoda Auto, a. s. Díky dlouholetým zkušenostem s kovo zpracujícím odvětvím, bylo již v prvním roce provozu započato jednání se společností IKEA v oblasti velkosériové výroby kancelářského nábytku. Tato spolupráce, která trvá dodnes, měla za následek velký progres firmy [1].

Na přelomu let 2003 a 2004 byl z důvodu navyšování zakázek postaven nový výrobní podnik v Českém Těšíně. Zde byla zavedena vysoce automatizovaná linka na výrobu skládacích židlí. V roce 2007 se stala KOVONA SYSTEM, a. s. jediným vlastníkem společnosti KOVONA KARVINÁ, a. s. Tímto krokem došlo k možnosti zavedení výroby těžších kovových uzavřených i otevřených profilů, dělení materiálu ve svitcích a další výrobní procedury související se zpracováním hutních materiálů. K dalšímu rozšíření došlo v letech 2007 a 2011 na současných 26 000 m², v roce 2012 pak vzniká výrobní závod v Huštěňovicích [1].

Kvalita výroby je jedním z nejsledovanějších parametrů ve společnosti KOVONA SYSTEM, a. s. Aplikací metody FMEA se snaží odhalit vady již v předvýrobních a výrobních etapách. Je zde zaveden systém hodnocení kvality dle normy ČSN EN ISO 9001:2009. Certifikaci společnosti zajišťuje společnost BUREAU VERITAS CZECH REPUBLIC, spol. s r. o. Dále společnost TÜV NORD Czech, s. r. o. zabezpečuje testování shody produktů s požadavky nejpřísnějších platných norem. Jelikož KOVONA SYSTEM, a. s. dodává produkty nadnárodním společnostem, je mnohdy certifikována přímo těmito firmami. Požadavky na získání těchto certifikací mnohdy přesahují rámec ISO normy [1].

Hlavní aktivitou je velkosériová výroba, jak na jednoúčelových, tak i automatizovaných linkách. KOVONA SYSTEM, a. s. se v současné době zabývá následujícími technologiemi:

- válcování otevřených a uzavřených profilů a trubek,
- dělení profilů trubek a plošného materiálu,
- bezdeformační ohýbání trubek a profilů,
- lisování a ohraňování,
- děrování trubek a profilů,
- automatické závitování flowdrill,
- svařování,
- povrchové úpravy [2].

1.1 Popis barové stoličky GLENN

Barová stolička GLENN (viz obr. 1.1) se skládá ze sedáku, který je vyroben z polykarbonátového plastu a bývá proveden v bílé nebo černé barvě. Dalšími součástmi jsou pravý a levý ocelový rám nohy. Tyto rámy jsou standardně dodávány ve dvou výškách sedáku od země 630 mm a 740 mm. Tento ocelový rám je povrchově upraven chromováním. Rámy výšky 630 mm a 740 mm jsou naprosto totožné v počtu i rozteči děr, liší se od sebe pouze výškou sedáku od země. Balení barové stoličky GLENN dále obsahuje nohy a zarážky z polypropylenového plastu, vložku z mosazi a spojovací materiál [3].

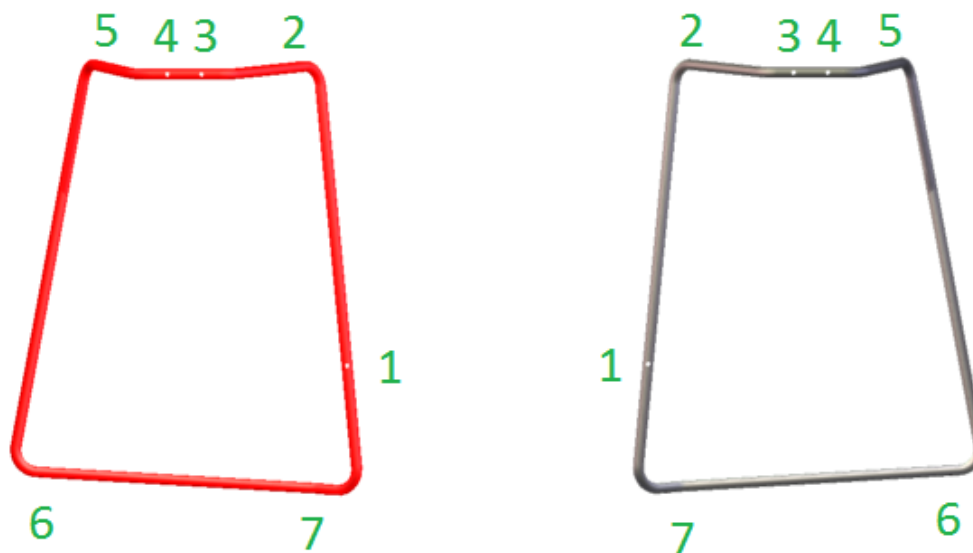
Rozměry výrobku:

- šířka 500 mm,
- hloubka 520 mm,
- šířka sedáku 370 mm,
- hloubka sedáku 400 mm,
- výška sedáku 670/770 mm [3].



Obr. 1.1 Barová stolička GLENN [3]

Ocelový rám nohy barové stoličky GLENN je ohýbaná trubka vnějšího průměru 16 mm s tloušťkou stěny 2 mm, vyrobená z materiálu E 320 (viz 1.2) a povrchově upravena chromováním. Do rámu nohy je vystříženo 7 děr (viz obr. 1.2), které se využívají k montáži. Dále je rám rozdělen do několika úrovní kvality povrchové úpravy (viz Příloha A).



Obr. 1.2 Označení míst, kde se provádí děrování na děrovací jednotce

1.2 Materiál rámu barové stoličky

Polotovár pro výrobu rámu barové stoličky je ocelová trubka viz Tab. 1.1. Materiál trubky je E320, jehož vlastnosti jsou popsány v tabulce 1.2 a 1.3.

Tab. 1.1 Specifikace ocelové trubky pro výrobu rámu barové stoličky GLENN

<i>Označení:</i> TRUBKA Ø16 x 2,0	
<i>Rozměrová norma:</i> EN 10305-3	<i>Doplňková číslíce normy:</i> Svařované trubky kalibrované zastudena.
<i>Technické dodací předpisy:</i> ČSN 42 0121.0	<i>Specifikace dle normy:</i> 0 – s osvědčením jakosti.
<i>Specifikace materiálu:</i> E320 + CR2S3; E320	<i>Specifikace normy:</i> Trubky nejsou určeny k tepelnému zpracování po svařování a kalibraci, S3 válcované zastudena.
<i>Tolerance rozměru dle normy:</i> Průměr: $(16,0 \pm 0,12)$ mm Tloušťka stěny: $(2,0 \pm 0,1)$ mm	
<i>Dodávaný rozměr:</i> Délka: 4550^{+50}_{-0} mm a 5000^{+50}_{-0} mm	
<i>Technické parametry materiálu:</i> Hmotnost: 0,619 kg/m Plocha průřezu: 0,880 cm ² Měrná hmotnost: 7850 kg/m ³	
<i>Specifikace a dohody s dodavatelem nad rámec normy:</i> Průměr profilu: $(16,0 \pm 0,15)$ mm Přímost: 3 mm/m Drsnost povrchu: max. Ra 0,9 – vhodný k chromování Provedení svarového spoje: Vnější plocha: svar může být znatelný, převýšení svaru není přípustné Vnitřní plocha: výška výronku maximálně 0,4 mm Poloha svaru: $\pm 10^\circ$ na délce 2000 mm	

Tab. 1.2 Chemické složení materiálu E320 [4]

Označení oceli		Hmotnostní podíl v %					
Značka	Číselné označení	C max.	Si max.	Mn max.	P max.	S max.	Al celk. min.
E320	1.0237	0,200	0,350	1,400	0,025	0,025	0,015

Tab. 1.3 Mechanické vlastnosti materiálu E 320 [4]

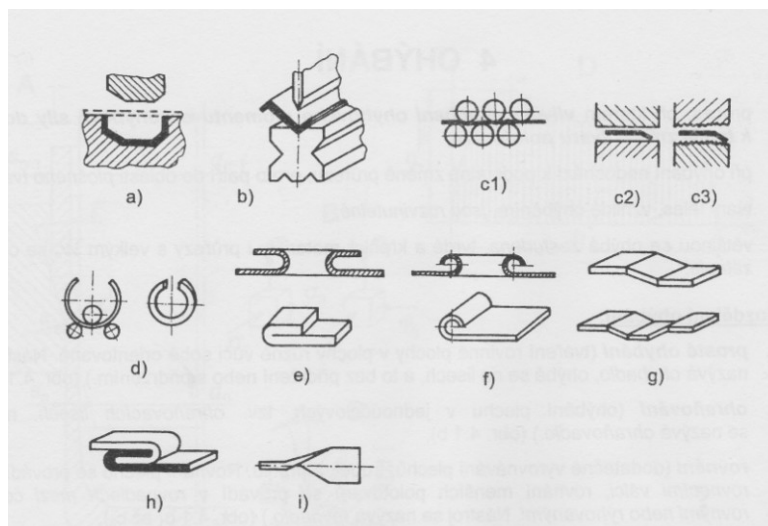
Označení oceli		Mez pevnosti v tahu R_m [MPa]
Značka	Číselné označení	
E 320	1.0237	410

1.3 Ohýbání

Při ohýbání působí na polotovar ohybový moment a ohybová síla, čímž dochází k trvalé změně tvaru, bez výraznější změny průřezu. Z toho důvodu řadíme ohýbání do oblasti plošného tváření. Ohýbat je možné zatepla i zastudena. Většinou se využívá ohýbání zastudena, ohýbání zatepla má své místo tam, kde je potřeba ohýbat tvrdé a křehké materiály a materiály s velkým W_O [5].

Rozdělení ohýbání:

- prostorové ohýbání (viz obr. 1.3 a),
- ohraňování (viz obr. 1.3 b),
- rovnání (viz obr. 1.3 c₁ až c₃),
- zakružování (viz obr. 1.3 d),
- lemování (viz obr. 1.3 e),
- obrubování (viz obr. 1.3 f),
- osazování (viz obr. 1.3 g),
- drápkování (viz obr. 1.3 h),
- zakrucování (viz obr. 1.3 i) [5].

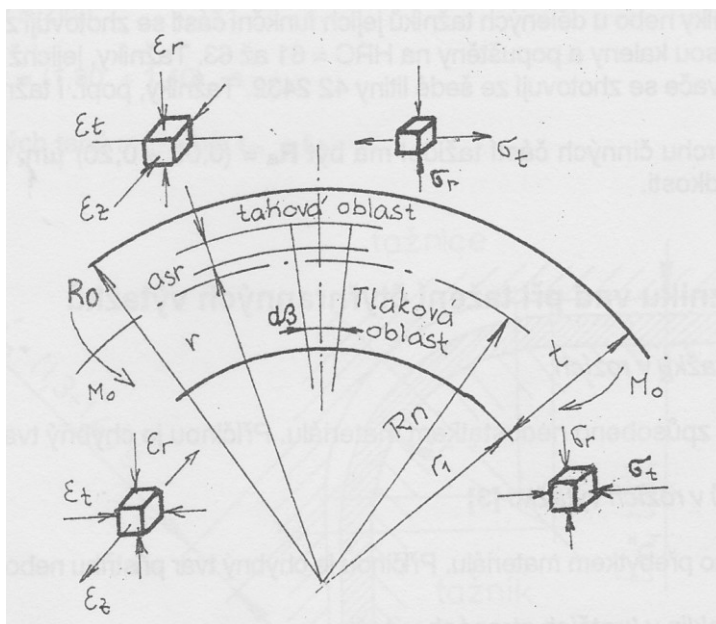


Obr. 1.3 Rozdělení ohýbání (a – prostorové ohýbání, b – ohraňování, c₁ – rovnání mezi rovnacími válci, c₂ – rovnání mezi rovnými čelistmi, c₃ – rovnání mezi rýhovanými čelistmi, d – zakružování, e – lemování, f – obrubování, g – osazování, h – drápkování, i – zkrucování)

[5]

1.3.1 Stav deformace při ohýbání

Stav deformace při ohýbání (viz obr. 1.4) je prostorově popsán pomocí ε_r , ε_t , ε_z . Při ohýbání vzniká na vnější straně neutrální plochy tečná deformace tahová a na vnitřní straně tečná deformace tlaková. Tloušťka t polotovaru v místě ohybu je vlivem radiální deformace zmenšována. Příčný rozměr b se v oblasti tahu zkracuje a v oblasti tlaku prodlužuje, toto je způsobeno deformací ε_z . Největší vliv na polotovar má tečná deformace, při ohýbání širokého pásu se může dokonce vliv ε_r , a ε_z zanedbat [6].



Obr. 1.4 Napětové schéma při ohýbání [6]

1.3.2 Technologické parametry ohýbání

Technologické parametry ohybu jsou:

- poloměr ohybu,
- ztenčení stěny v místě ohybu,
- odpružení po ohýbání,
- zbytkové pnutí,
- geometrie činných částí nástroje.

Nejmenší dovolený poloměr ohybu vyjadřuje nejmenší poloměr ohybu, při kterém tahové napětí ve vnějších vláknech nepřekročí mez pevnosti v tahu R_m . Jeho velikost je dále ovlivněna vzájemnou polohou ohybu a směrem válcování. Nejmenší dovolené napětí se vypočítá dle vztahu [5]:

$$r_{\min} = \frac{s}{2} \cdot \left(\frac{1}{\varepsilon_m} - 1 \right) \quad (1.1)$$

kde jsou:

r_{\min}	nejmenší dovolený poloměr ohybu	[mm],
s	tloušťka polotovaru	[mm],
ε_m	maximální rovnoměrné prodloužení na mezi pevnosti	[-] [5].

Největší poloměr ohybu je hodnota, při které dojde ve vnějších vláknech k trvalé deformaci [6].

$$r_{\max} = \frac{s}{2} \cdot \left(\frac{1}{\varepsilon_e} - 1 \right) \quad (1.2)$$

kde jsou:

r_{\max}	největší poloměr ohybu	[mm],
ε_e	deformace na mezi kluzu	[-] [6].

Ztenčení stěny v místě ohybu je větší v případě většího úhlu ohybu a většího tření mezi materiálem a nástrojem, a také čím je menší poloměr ohybu a tvárnost materiálu [5].

Odpružení po ohýbání doprovází každé tváření za studena. Odpružení je možné omezit vyztužením místa ohybu žebry, pružným předehtnutím dna, či kalibrací rohů. Bývá větší u tvrdých materiálů a při ohýbání s větším poloměrem ohybu. U velkých poloměrů ohybu se současně materiál natáhne o 2 až 4 % své délky, a tím se také omezi odpružení [5].

$$K = \frac{\alpha_1}{\alpha_2} \cong \frac{r_1 + 0,5 \cdot s_0}{r_2 + 0,5 \cdot s_0} \quad (1.3)$$

kde jsou:

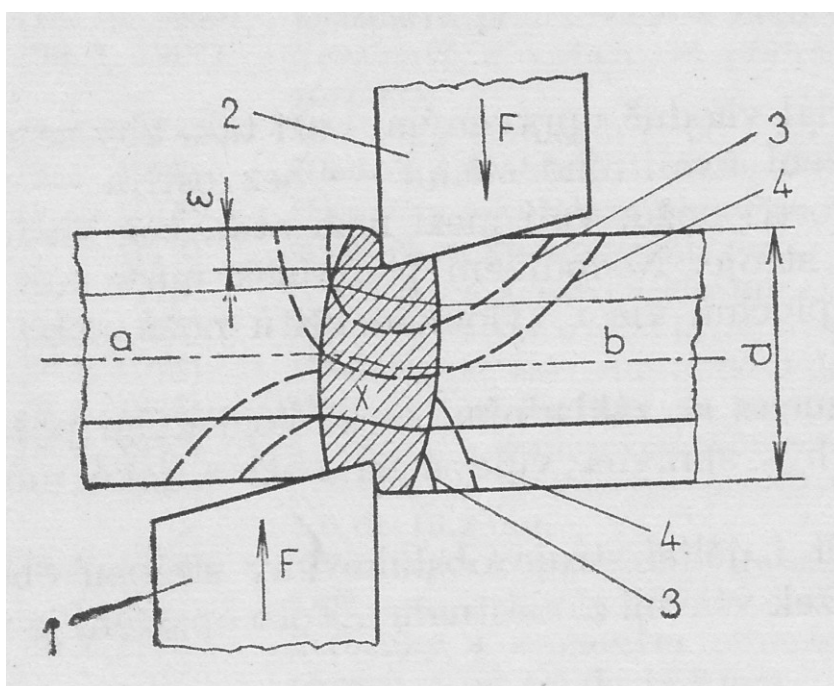
K	velikost odpružení	[mm],
α_1	úhel otevření před odpružením	[°],
α_2	úhel otevření po odpružení	[°],
r_1	vnitřní poloměr ohybu před odpružením	[mm],
r_2	vnitřní poloměr ohybu po odpružení	[mm],
s_0	počáteční tloušťka ohýbaného materiálu	[mm] [5].

Zbytkové pnutí má vliv na pevnost ohnuté součásti, vzniká při odlehčování materiálu. Vlákná, která jsou deformována pružně, se snaží vrátit do původního tvaru, v tom jim však brání vlákna deformovaná trvale. Na vnější straně ohybu vzniká tahové napětí a naopak na vnitřní straně vzniká napětí tlakové [5].

Geometrie činných částí nástroje je rozdílná pro prostý ohyb bez ražení a ohyb ražením. Při ohybu bez ražení má nástroj univerzální tvar, ohybník má menší úhel než ohybnice. V případě ohýbání ražením má ohybník i ohybnice stejný úhel, který odpovídá požadovanému úhlu ohybu [5].

1.4 Stříhání

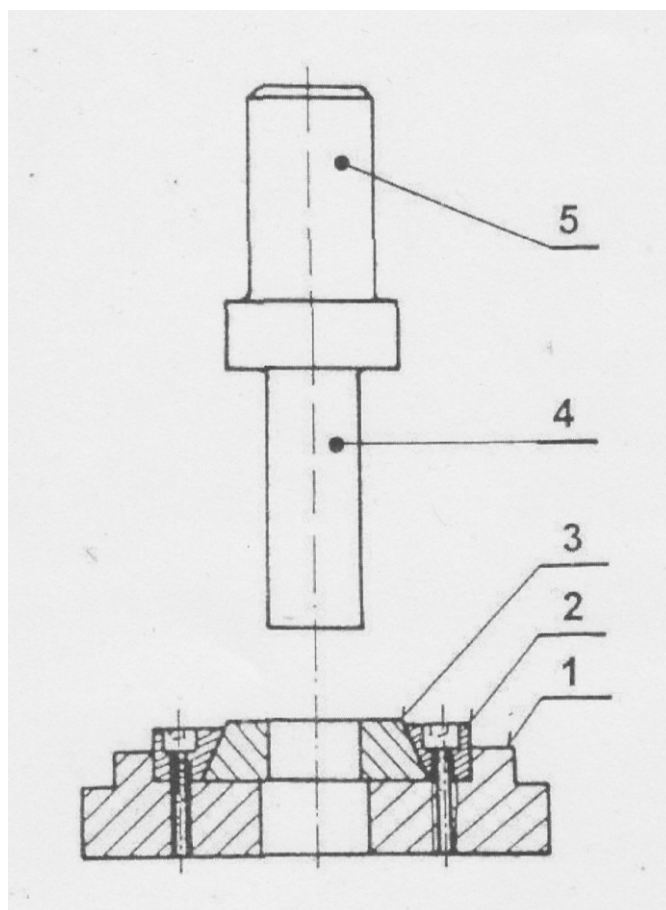
Při stříhání je nůž zatlačován do materiálu silou F , výsledkem vtlačování je oddělení materiálu v tzv. střížné rovině. Tlak se šíří ve stříhaném materiálu od místa styku s noží v plochách znázorněných izobarami (viz obr. 1.5). Ve střížné ploše dochází ke vzniku tahového napětí vlivem přesunu části stříhaného materiálu proti sobě. Postupným vnikáním střížného nástroje do stříhaného materiálu dochází k jeho přetvoření (vlákna jsou postupně ohýbána a protahována). Jelikož největší tahové napětí je na břitu střížného nástroje, vznikne první porušení materiálu právě na tomto místě. Při dalším vnikání nástroje dochází ke vzniku dalších trhlin až do úplného oddělení materiálu [7].



Obr. 1.5 Rozložení tlaků v okolí střížné roviny (1 – pevný nůž, 2 – pohyblivý nůž, 3, 4 – izobary, a, b – části stříhaného materiálu, X – oblast deformace) [7]

1.4.1 Stříhání ve stříhadlech

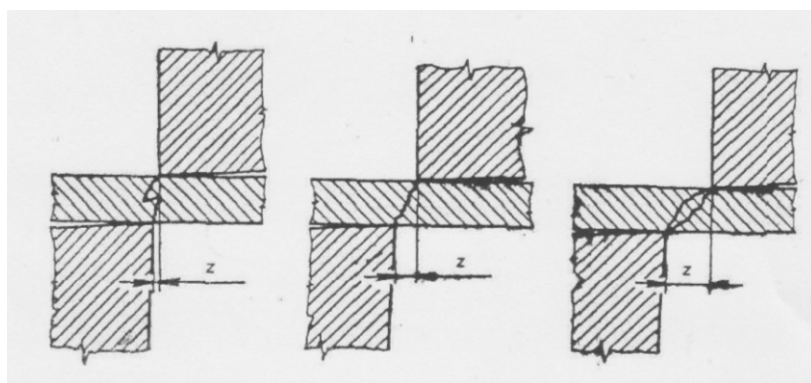
Stříhání ve stříhadlech je nejrozšířenější způsob výroby součástí z plechů. Stříhadlo se skládá ze dvou částí: střížníku – pohyblivá část a střížnice – pevná část (viz obr. 1.6). Ve stříhadlech můžeme děrovat, vystříhovat a popřípadě nastříhovat. Tvar břitu tvoří většinou uzavřená křivka, čímž se stříhání ve stříhadlech liší od stříhání na nůžkách. Ke zvýšení přesnosti stříhání se používají vodicí desky [8].



Obr. 1.6 Otevřené stříhadlo (1 – základová deska, 2 – upínací kroužek, 3 – střížnice, 4 - střížník, 5 – upínací stopka) [8]

1.4.2 Střížná mezera

Volbou optimální střížné mezery lze zásadně ovlivnit jakost střížné plochy, velikost střížné síly a trvanlivost nástroje. Zvolením správné střížné mezery (viz obr. 1.7) docílí toho, že trhliny, které vznikají při stříhání, se setkají, čímž dojde k smyknutí stříhané plochy [8].



Obr. 1.7 Vliv střížné mezery z na kvalitu střížné plochy (a – malá střížná mezera, b – optimální střížná mezera, c – velká střížná mezera) [8]

Velikost střížné mezery se pohybuje v rozmezí 3 až 20 % tloušťky materiálu. V současné době u nově vyráběných nástrojů je snaha docílit co možná nejmenší dovolené střížné mezery tak, aby bylo zajištěno co nejmenší budoucí opotřebení [8].

Velikost střížné mezery pro stříhání tenkých plechů (do tloušťky 3 mm) lze vypočítat dle vzorce:

$$z = c \cdot s \cdot \sqrt{0,1 \cdot R_{ms}} \quad (1.4)$$

kde jsou:

z	velikost střížné mezery	[mm],
c	koeficient závislý na druhu stříhání	[-],
	volí se v rozmezí 0,005 až 0,015	
	$c = 0,005$ pro dosažení kvalitního povrchu střížné plochy	
	$c = 0,015$ pro dosažení minimální střížné síly	
s	tloušťka polotovaru	[mm],
R_{ms}	pevnost materiálu ve stříhu	[MPa] [8].

1.4.3 Přesnost a jakost povrchu při stříhání

Přesnost součástí vyrobených stříháním závisí na:

- přesnosti zhotovení střížníku a střížnice,
- konstrukci nástroje,
- způsobu zajištění polohy materiálu při stříhání,
- druhu stříhaného materiálu,
- kvalitě a geometrii střížných hran,
- velikosti střížné vůle,
- tloušťce stříhaného materiálu [8].

U stříhání materiálu do 4 mm se rozměrová přesnost výstřížku pohybuje v rozmezí IT 12 až IT 15 (ČSN 01 4150). Použitím přidržovačů a vodících stojánek lze zvýšit přesnost na IT 9 až IT 11 [8].

Tab. 1.4 Závislost přesnosti vystřihovaného výrobku na přesnosti střížného nástroje [8]

Základní výrobní tolerance IT stříhaného výrobku	8 ÷ 9	10	11	12	13	14	15
Základní výrobní tolerance IT střížníku a střížnice	5 ÷ 6	6 ÷ 7	7 ÷ 8	8 ÷ 9	10	11	12

Jakost střížné plochy závisí na:

- konstrukci a stavu stříhadel,
- velikosti střížné mezery,
- stříhaném materiálu,
- rychlosti stříhání [8].

U střížné plochy dosahujeme drsnosti povrchu:

$R_a = (3,2 \div 6,3) \mu\text{m}$ s běžnými nástroji a tloušťkou plechu do 1 mm,

$R_a = (6,3 \div 12,5) \mu\text{m}$ u plechů s tloušťkou větší než 1 mm.

U tvrdých materiálů se drsnost střížné plochy ještě více zvyšuje, a také dochází ke zvýšení drsnosti s rostoucí střížnou rychlostí [8].

Drsnost povrchu pracovních částí stříhadel se doporučuje [8]:

$R_a = (0,4 \div 0,8) \mu\text{m}$ pro stříhání plechu do tloušťky 1 mm,

$R_a = (1,6 \div 3,2) \mu\text{m}$ pro stříhání plechu nad tloušťku 1 mm [8].

1.4.4 Stanovení rozměrů střížníku a střížnice

Aby bylo možné stanovit rozměry střížníku a střížnice, je třeba nejprve určit rozměry základní části nástroje, která je shodná se jmenovitými rozměry a tolerancemi výstřížku.

Při vystřížení otvoru (odpad je vnější část) rozměr střížníku odpovídá rozměrům vystříženého otvoru. Otvor ve střížnici bude zvětšen o dvojnásobek velikosti střížné mezery. Nově vyrobený střížník bude mít maximální dovolené rozměry otvoru. Střížník se uvádí s výrobními tolerancemi směrem k menším hodnotám.

Při vystřížení součásti (odpad je vnitřní obrys) otvor ve střížnici je stejný, jako velikost vystřížené součásti a střížník je menší o dvojnásobnou hodnotu střížné mezery. Nově vyrobená střížnice bude mít minimální dovolené rozměry součásti. Střížnice se uvádí s výrobními tolerancemi směrem k větším hodnotám [8].

V průběhu stříhání dochází k opotřebení, jak střížnice, tak střížníku, což má za následek zmenšování rozměru střížníku a zvětšení střížnice. Je vhodné větší část tolerance součásti uplatnit na střížnici (přídavek na její opotřebení), protože na rozměry výstřížku nemá opotřebení (zmenšení) střížníku tak zásadní vliv. Naopak při děrování má rozměr střížníku zásadní vliv na rozměry díry, a tak se většinová část tolerance připočítává k rozměru střížníku. Velikost přídavku bývá v rozmezí 0,8 až 1,0 příslušné tolerance, jejíž velikost se odvíjí od tloušťky součásti a opotřebení nástroje [8].

Podle stupně přesnosti vystřihované součásti lze určit velikost přídavku na opotřebení.

- pro přesné výstřížky (stupně přesnosti IT 6 až IT 10)

$$P_o = P_u \quad (1.5)$$

- pro méně přesné výstřížky (stupně přesnosti IT 11 až IT 14)

$$P_o = 0,8 \cdot P_u \quad (1.6)$$

kde jsou:

P_o	velikost přídavku na opotřebení	[mm],
P_u	mezní úchylka vystřihovaného tvaru	[mm] [8].

V tabulce 1.5 jsou uvedeny mezní úchylky kruhových střížníků a střížnic, v částech I a II jsou pro střížnice kladné tolerance + D IT a střížníky záporné - d IT, tato tolerance se užíje pouze na jednom pracovním nástroji (střížník, střížnice). Tolerance v části III a IV je možné použít na obou částech hlavních nástrojů (střížník = minusová hodnota, střížnice = plusová hodnota). Ke stanovení rozměrů střížníku a střížnic lze využít vztahu v tabulce 1.6 [8].

Tab. 1.5 Tolerance na zhotovení kruhových střížnic a střížníků [8]

Střížná mezera z [mm]	Rozměr nástroje [mm]										
	1 až 3	3 6	6 10	10 18	18 30	30 50	50 80	80 120	120 180	180 260	260 500
0,0005 ÷ 0,0030	+ D IT 6 nebo - d IT 6										I
0,003 ÷ 0,02	+ D IT 7 nebo - d IT 7										II
0,02 ÷ 0,06 0,06 ÷ 0,15 0,15 ÷ 0,20	+ D IT 7 nebo - d IT 7										III
0,20 ÷ 0,30 0,30 ÷ 0,60 0,60 ÷ 2,00 nad 2,00	+ D IT 8 nebo - d IT 8										IV

Tab. 1.6 Vztahy pro stanovení rozměrů pracovních částí stříhadel [8]

Typ střížné operace	Tolerance výstřížku U_h, U_s [mm]	Základní nástroj	Přídavek na opotřebení nástroje P_o [mm]	
			$P_o = 0,8 \cdot P_u$	$P_o = P_u$
			Rozměry pracovních částí stříhadel D_s, d_k [mm]	
U výstřížku je rozhodující vnější obrys o rozměru D , část s vnitřním obrysem je odpad	D_{-U_s}	Střížnice	$D_S = (D - 0,8 \cdot U_s)^{+p_s}$	$D_S = (D - U_s)^{+p_s}$
	$D_{-U_s}^{-U_h}$		$D_S = (D - 0,2 \cdot U_h - 0,8 \cdot U_s)^{+p_s}$	$D_S = (D - U_s)^{+p_s}$
	$D_{+U_s}^{+U_h}$		$D_S = (D + 0,2 \cdot U_h + 0,8 \cdot U_s)^{+p_s}$	$D_S = (D + U_s)^{+p_s}$
	$D_{-U_s}^{+U_h}$		$D_S = (D + 0,2 \cdot U_h - 0,8 \cdot U_s)^{+p_s}$	$D_S = (D - U_s)^{+p_s}$
	$D \pm U$		$D_S = D^{+p_s}$	$D_S = D^{+p_s}$
U výstřížku je rozhodující vnitřní obrys o rozměru d , část s vnějším obrysem je odpad	$d + U_h$	Střížník	$d_k = (d + 0,8 \cdot U_h)_{-p_k}$	$d_k = (d + U_p)_{-p_k}$
	$d_{-U_s}^{+U_h}$		$d_k = (d - 0,8 \cdot U_s + 0,8 \cdot U_h)_{-p_k}$	$d_k = (d + U_h)_{-p_k}$
	$d \pm U$		$d_k = d_{-p_k}$	$d_k = d_{-p_k}$

kde jsou:

D	jmenovitý průměr výstřižků s rozhodujícím vnějším obrysem	[mm],
d	jmenovitý průměr výstřižků s rozhodujícím vnitřním obrysem	[mm],
D_s	jmenovitý průměr střížnice	[mm],
d_k	jmenovitý průměr střížníku	[mm],
p_s	přídavek na zhotovení střížnice	[mm],
p_k	přídavek na zhotovení střížníku	[mm],
U_s	dolní úchylka rozměrů výstřižku	[mm],
U_h	horní úchylka rozměrů výstřižku	[mm] [8].

1.4.5 Výpočet střížné síly

Střížná síla je po celou dobu střížného procesu dána součtem dvou proměnných veličin, tj. stříhané plochy a pevnosti ve stříhu. F_{\max} lze tedy vypočítat dle vztahu [8]:

$$F_{\max} = S \cdot R_{ms} \cdot k \quad (1.7)$$

kde jsou:

F_{\max}	maximální střížná síla	[N],
S	střížná plocha	[mm ²],
k	koeficient ve stříhu	[-],
(zahrnuje různé vlivy zvyšující střížnou sílu, bývá v rozmezí 1,25 až 1,5)		
R_{ms}	pevnost materiálu ve stříhu	[MPa] [8].

Při výpočtu střížné síly skloněnými noži lze použít vztahu [7]:

$$F_{\max} = (0,16 \text{ až } 0,31) \cdot \frac{s^2 \cdot R_{ms}}{\tan \alpha} \quad (1.8.)$$

kde jsou:

F_{\max}	maximální střížná síla	[N],
s	tloušťka stříhaného materiálu	[mm],
α	úhel zkosení čela střížníku	[°],
R_{ms}	pevnost materiálu ve stříhu	[MPa] [8].

2 Současný technologický postup výroby rámu židlí

Současná technologie výroby ocelového rámu židlí GLENN je rozdělena do čtyř kroků na třech různých pracovištích. Ocelové trubky pro výrobu rámu židlí jsou dodávány do společnosti KOVONA SYSTEM, a. s. ve dvou délkách: 4550^{+50}_{-0} mm a 5000^{+50}_{-0} mm (viz tab. 1.1). Rozměr 4550^{+50}_{-0} mm se používá pro výrobu menší varianty barové stoličky GLENN 67. V této variantě je ocelový rám nohy vysoký 630 mm a dodávaná trubka je dělena na rozměr 2210^{+0}_{-1} mm. Délka 5000^{+50}_{-0} mm se používá pro větší variantu barové stoličky GLENN 77. V této variantě je ocelový rám nohy vysoký 740 mm a dodávaná trubka je dělena na rozměr 2442^{+0}_{-1} mm.

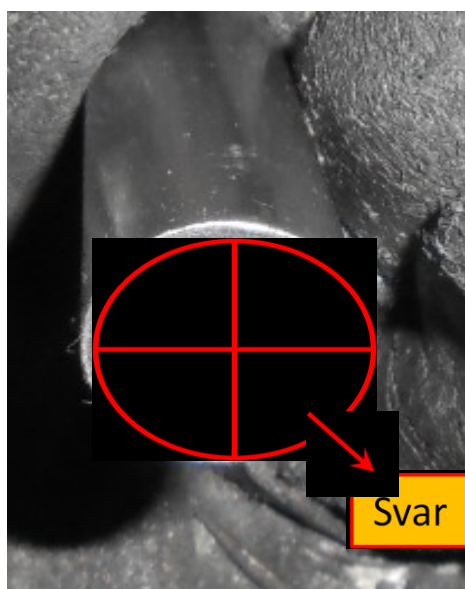
Jednotlivé nadělené trubky jsou dále ohýbány na požadovaný tvar na ohýbačce CRIPPA CA 520 (viz obr. 2.1). Trubka se do ohýbačky podává ručně. Zde je důležité dodržet správnou pozici svaru vůči kleštinám ohýbačky (viz obr. 2.2). Po spuštění ohýbacího cyklu dojde k ohnutí rámu židle plně automaticky. Po dokončení ohýbacího cyklu pracovník vyjme ohnutý rám a předá jej na další pracoviště. Vlastnosti ohýbačky CRIPPA CA 520 jsou uvedeny v tabulce 2.1.

Tab. 2.1 Parametry ohýbačky CRIPPA CA 520 [9]

Parametr stroje	Hodnota parametru stroje
modul ohybu	0,5 cm ³
délka trubky max.	3500 mm
délka trubky min.	70 mm
poloměr ohybu max.	100 mm
počet ohybů	cca 30 ohybů/min
max. průměr trubky	22 mm
ohýbané profily	kruhové

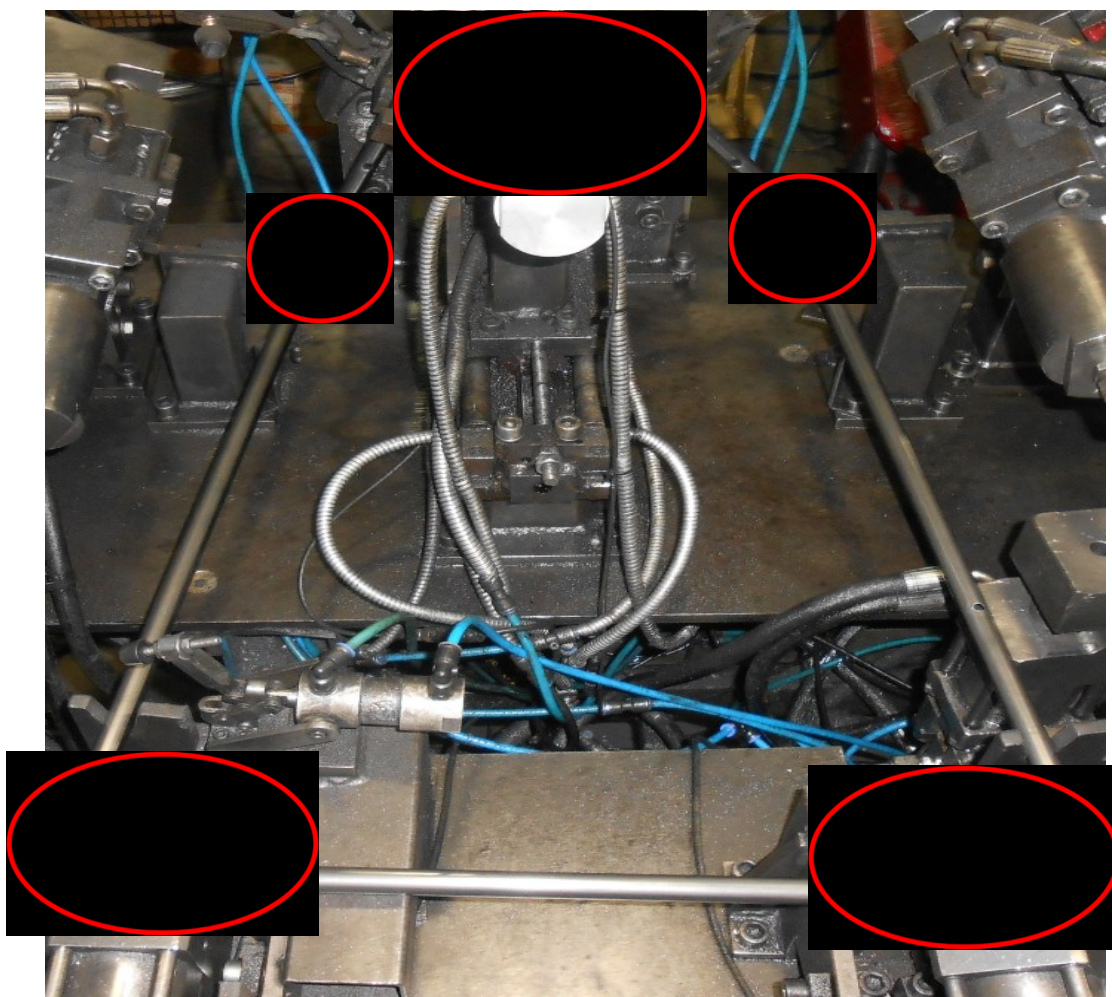


Obr. 2.1 Ohýbačka CRIPPA CA 520 v podniku KOVONA SYSTEM, a. s. (foto R. Čada)



Obr. 2.2 Svar trubky v ohýbačce CRIPPA CA 520 [10]

Ohnutý rám se vloží do děrovacího zařízení, přitom je nutné, aby rám bylo možné vložit volně (viz obr. 2.3). V děrovacím zařízení probíhá současně děrování všech děr a přivaření ploché spojovací desky. Svařování je prováděno svařovacím přístrojem GLOOS GLC 353 MC 3R (viz obr. 2.4). Jeho technické parametry jsou uvedeny v tabulce 2.2.



Obr. 2.3 Poloha rámu barové stoličky GLENN v děrovacím zařízení [10]

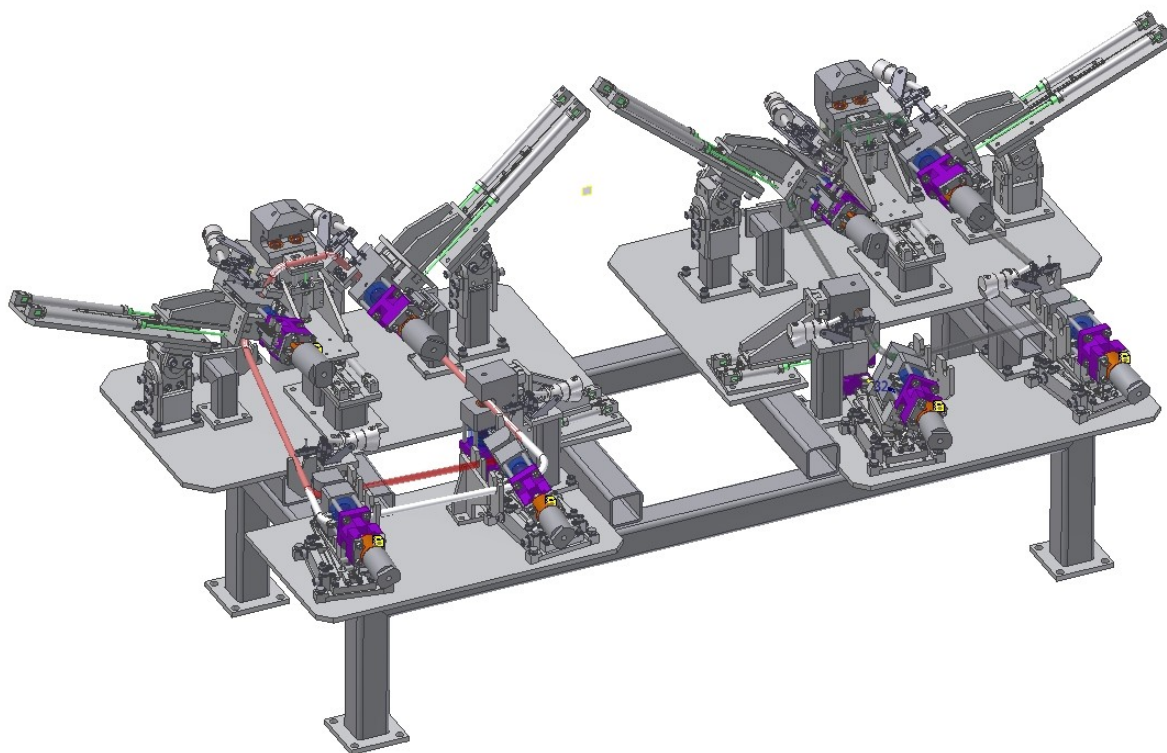


Obr. 2.4 Svařovací přístroj GLOOS GLC 353 MC 3R [11]

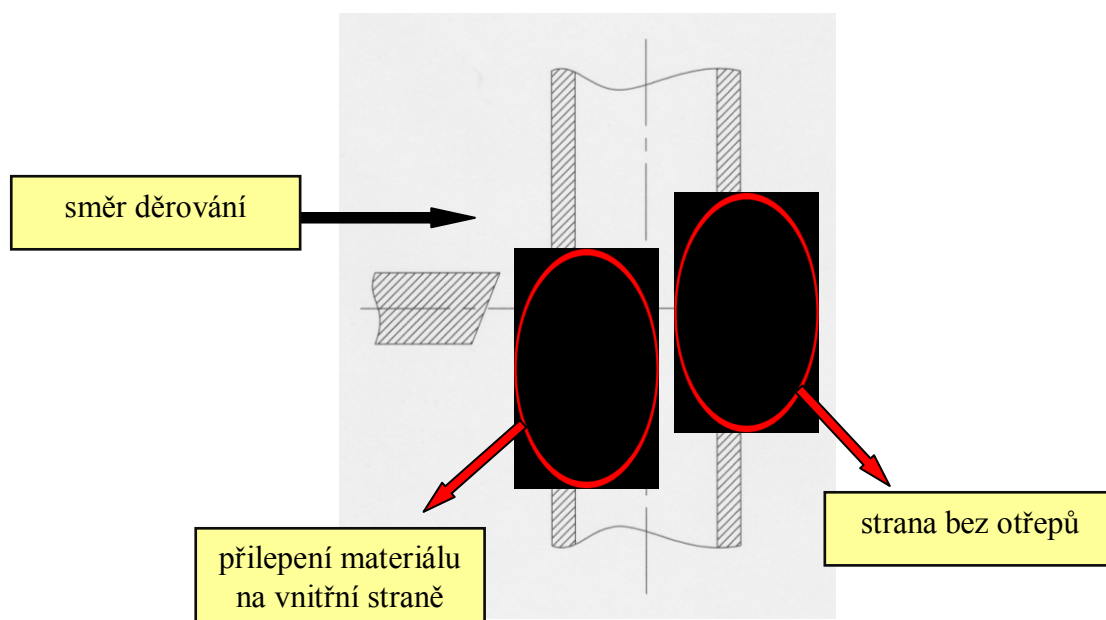
Tab. 2.2 Parametry svařovacího přístroje GLOOS GLC 353 MC 3R [11]

Parametr stroje	Hodnota parametru stroje
síťové napětí	3 x 400 V/23 A/15,9 kVA
napětí naprázdno	56 V
rozsah svařovacího proudu	40 A/15 V - 350 A/50 V
podávací rychlost drátu	až 30 m/min
elektrické krytí	IP23
druh chlazení	F
izolační třída	F
rozměry svařovacího zdroje	960 x 460 x 930 mm
rozměry pohonu drátu	610 x 380 x 355 mm
hmotnost proudového zdroje	153 kg
hmotnost pohonu drátu	22 kg
metody svařování	<ul style="list-style-type: none"> ▪ obalená tyčová elektroda, ▪ MIG bez impulsu, ▪ MIG s impulsem, ▪ MIG s impulsem + Alu-Plus, ▪ MAG bez impulsu, ▪ MAG s impulsem, ▪ WIG/DC.

Pomocí děrovacího zařízení je možné provádět výrobu pravých i levých rámu. Zařízení je osazeno celkem čtrnácti děrovacími jednotkami, sedm je pro děrování pravých rámu a sedm pro děrování levých rámu (viz obr. 2.5). Děrování všech sedmi děr je prováděno najednou, díry 1 až 5 mají průměr 6,5 mm a jsou děrovány přes dvě stěny, díry 6 a 7 mají průměr 5 mm a děrování se provádí pouze přes jednu stěnu. Přechází-li výroba z menšího rámu (výška od země po sedák 630 mm) na větší rám (výška od země po sedák 740 mm) provede se posunutí dvou spodních děrovacích jednotek (děrování díry 6 a 7 viz obr. 1.2). Děrování probíhá bez mazání. Při děrování je požadováno, aby materiál (odpad) na vnitřní straně zůstal přilepený uvnitř trubky. Odlomení a pád odpadu dovnitř trubky je nechtěný jev, jelikož způsobuje nežádoucí zvukový efekt (chrastění uvnitř rámu). Na vnější straně je důležité dodržet minimální vznik otřepů z důvodu požadovaného estetického vzhledu rámu (viz obr. 2.6).



Obr. 2.5 Rozmístění děrovacích jednotek na děrovacím zařízení



Obr. 2.6 Schéma děrování trubky na děrovací jednotce

2.1 Kontrola jakosti výroby

Ve společnosti KOVONA SYSTEM, a. s. je zaveden systém kontroly jakosti výroby, jelikož odběratel klade velký důraz na kvalitu zpracování. Ve společnosti je zpracován technologický postup provádění kontroly jakosti výroby viz Tab. 2.3 a Tab. 2.4.

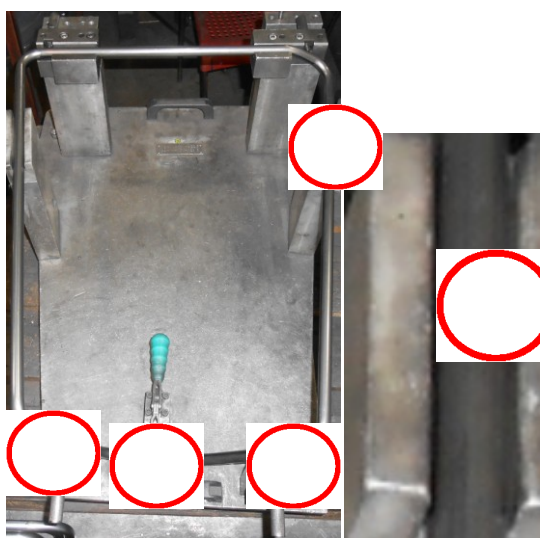
Tab. 2.3 Technologický postup kontroly výroby rámu stoličky GLENN

Název finální sestavy		Číslo výkresové sestavy	Číslo výkresu, detailu	
GLENN - rám židle 66/77 L+P		V-1954-1		
Název operace	Kontrolní znak jakosti		Použitá měřidla	Četnost
	Číslo	Popis		
Dělit trubku	01	Délka: 2210^{+0}_{-1} mm Délka: 2442^{+0}_{-1} mm	Stáčecí metr	200 ks
	02	Povrch trubky nepoškozen.	Vizuálně, fyzicky	100 ks
	03	Ojehlení vnějších i vnitřních hran na obou stranách. Musí být bez otřepů.	Vizuálně, fyzicky	200 ks
Ohýbat	04	Ohnutý díl musí jít volně vložit do děrovacího zařízení.	Vizuálně, fyzicky	100 % zápis co 50 ks
	05	Povrch trubky nepoškozen.	Vizuálně, fyzicky	50 ks
Děrování, svařování	06	Rám musí jít volně vložit do kontrolního přípravku a kontrolní čepy musí jít zasunout.	Vizuálně, fyzicky 02-NA-KOV-422A,B 02-NA-KOV-423A,B	10 ks
	07	Musí být vyděrovány všechny otvory, otvory bez otřepů.	Vizuálně, fyzicky	50 ks
	08	Svary musí být souvislé, oblé, bez navýšení a špiček.	Vizuálně	100 % zápis co 50 ks
	09	Povrch trubky nepoškozen.	Vizuálně, fyzicky	50 ks

Tab. 2.4 Technologický postup kontroly výroby rámu stoličky GLENN

Název finální sestavy		Číslo výkresové sestavy	Číslo výkresu, detailu	
GLENN-rám židle 66/77 L+P		V-1954-1		
Název operace	Kontrolní znak jakosti		Použitá měřidla	Četnost
	Číslo	Popis		
Děrování, svařování	10	Úderem kladiva o váze min. 500 gramů z výšky 30 mm, testovat pevnost přivařeně ploché spojovací desky. Plochá spojovací deska se nesmí uvolnit.	Vizuálně, fyzicky	1 x na začátku směny
Kartáčování svařeného rámu na kotoučové brusce drátěným kotoučem	11	Všechny díry a plochá spojovací deska bez otřepů a nečistot. Rám bez kuliček ze svařování.	Vizuálně, fyzicky	100 % zápis co 100 ks

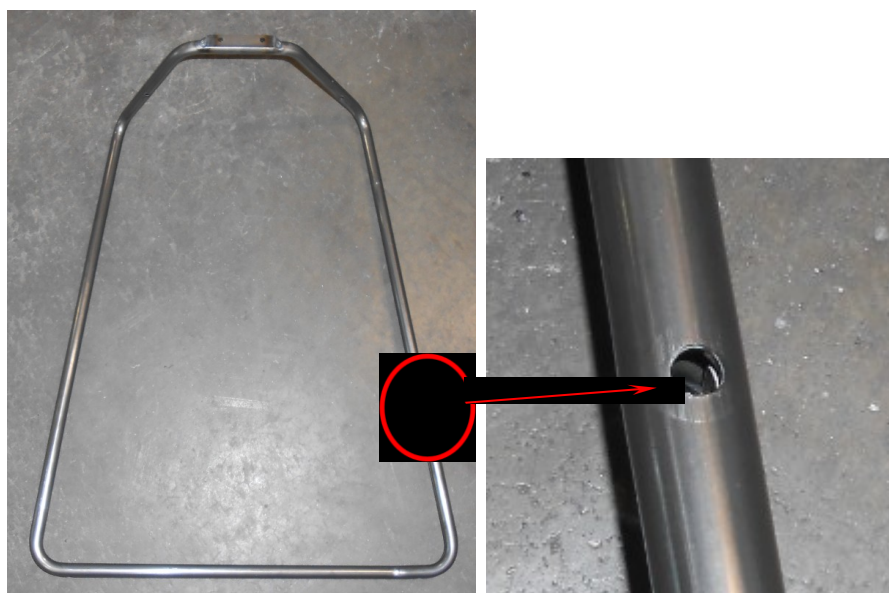
Kontrola otvorů v přípravku 02-NA-KOV-422A,B nebo 02-NA-KOV-423A,B (viz obr. 2.7) je jedna z nejdůležitějších kontrol rámu, proto je zařazena po každých deseti kusech. Rám musí jít volně vložit do přípravku a kontrolní čepy musí jít zasunout do všech otvorů. Vzniknou-li při děrování otřepy, je provedeno jejich obroušení za použití kotoučové brusky (viz obr. 2.8). Otvory se brousí pouze ze strany, jak je znázorněno na obr. 2.9.



Obr. 2.7 Kontrolní přípravek 02-NA-KOV-422A [10]



Obr. 2.8 Kotoučová bruska používaná při broušení otřepů při výrobě rámu židlí [10]

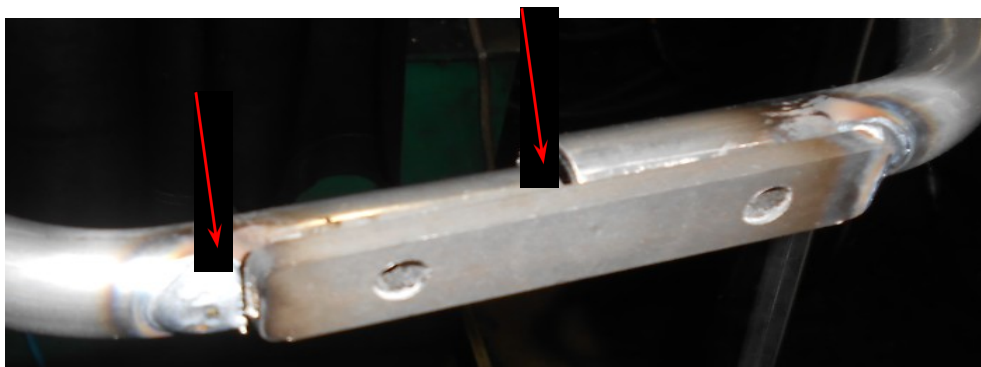


Obr. 2.9 Strana rámu barové stoličky, na které se provádí broušení otvorů [10]

Dále je provedena kontrola přivaření ploché spojovací desky. Na obr. 2.10 je znázorněna správně přivařená plochá spojovací deska, na obr. 2.11 je příklad špatně navařené ploché spojovací desky. Rám, který projde kontrolou, pokračuje do lakovny, kde se provádí chromování celého rámu.



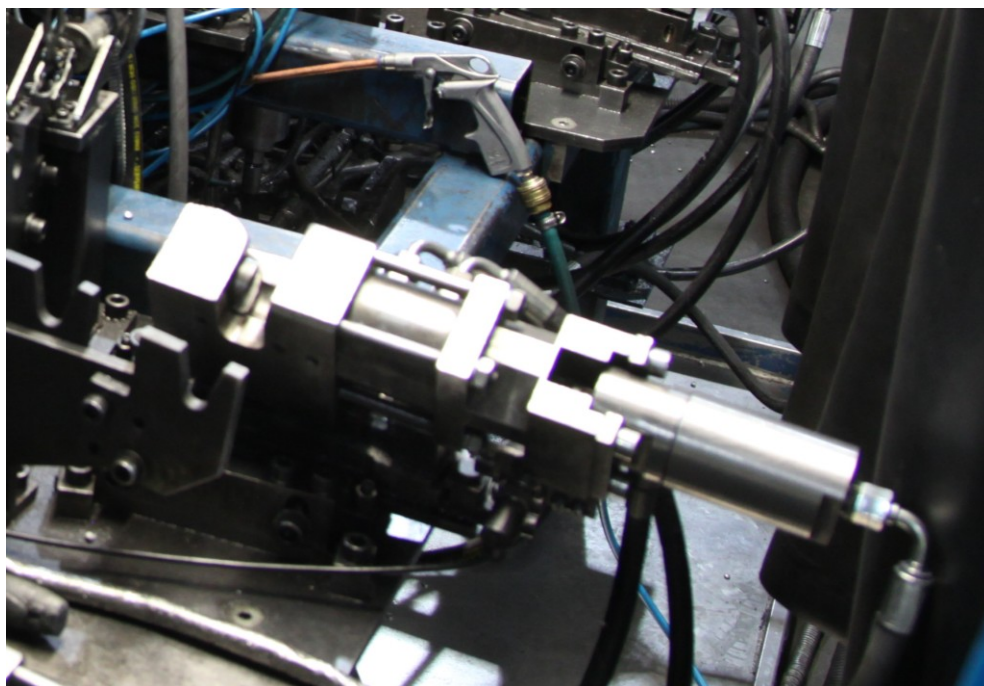
Obr. 2.10 Správně navařená spojovací deska [10]



Obr. 2.11 Špatně navařená spojovací deska [10]

2.2 Popis děrovací jednotky

K pohonu děrovací jednotky je použita hydraulika. Hydraulická kapalina se používá k vyvolání pohybu pístu přidržovače i k pohonu samotného střížníku. Při procesu stříhání se neužívá žádné mazací médium. Vystřížení díry přes obě stěny trubky je provedeno na jeden zdvih střížníku. Děrovací jednotka je vyobrazena na obr. 2.12 a na obr. 2.13 je znázorněn její řez. Výkres sestavy je přiložen, jako Příloha B. Mezi hlavní části děrovací jednotky lze zařadit těleso jednotky GLENN (viz Příloha C), které tvoří základnu děrovací jednotky, v němž je uložena střížnice, pouzdro pístu přidržovače a píst přidržovače. Těleso děrovací jednotky GLENN je vyrobeno z materiálu 11 523, polotovaru 120 x 109 x 68 mm. Dále dělená střížnice (viz Příloha D) pevně umístěná v těle jednotky vyrobená z materiálu 19 436.4 o rozměrech polotovaru KR 35-25 mm, pouzdro pístu přidržovače (viz Příloha E), ve kterém je umístěn píst přidržovače (viz Příloha F). Píst přidržovače slouží k pevnému sevření stříhané trubky. Při procesu děrování se pohybuje vně pouzdra rovnoběžně s osou střížníku a vykonává zdvih 19 mm. Složený střížník (viz Příloha G) koná pohyb uvnitř pístu přidržovače, jehož zdvih činí 34 mm, je vyroben z materiálu 19 436.4 s rozměry polotovaru KR 16 x 173 mm.



Obr. 2.12 Děrovací jednotka (foto R. Čada)

2.3 Analýza výměn střížníků a střížnic děrovacího zařízení GLENN

V období od června 2015 do listopadu 2015 byly zaznamenávány výměny střížníků a střížnic na děrovacím zařízení GLENN. Výsledky jsou zpracovány v tabulce 2.5. Tyto údaje byly autorovi práce poskytnuty oddělením vývoje a výzkumu společnosti KOVONA SYSTEM, a. s.

Tab. 2.5 Počet výměn střížníků a matric za 6 měsíců

	náhradní díl																												celkem náhradních dílů za měsíc
	střížnice							střížník							střížnice							střížník							
	strana levá														strana pravá														
označení díry	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	
červen 2015	6	3	1	2	5	0	0	1	2	0	0	3	0	0	6	6	3	3	11	0	0	0	2	1	1	5	0	0	61
červenec 2015	12	5	7	4	9	0	0	2	5	0	1	3	0	0	5	10	1	1	8	0	0	1	4	2	1	2	0	1	84
srpen 2015	19	7	10	9	8	0	0	6	6	5	4	3	1	1	16	6	0	1	16	0	0	2	5	0	1	8	0	2	136
září 2015	4	13	3	5	14	0	0	1	5	1	1	8	0	0	16	20	3	2	25	0	0	3	6	1	1	12	0	0	144
říjen 2015	5	0	3	3	0	0	0	2	0	2	3	0	0	0	10	12	11	10	34	0	0	5	7	4	5	21	0	0	137
listopad 2015	8	2	6	4	4	0	0	2	1	1	1	1	0	0	11	13	4	1	5	1	0	6	8	1	0	1	1	0	82
celkem	55	32	33	31	45	6	7	15	21	12	14	23	7	8	65	69	25	22	104	7	7	18	34	12	13	54	7	10	756
střížnice celkem																												508	
střížník celkem																												248	

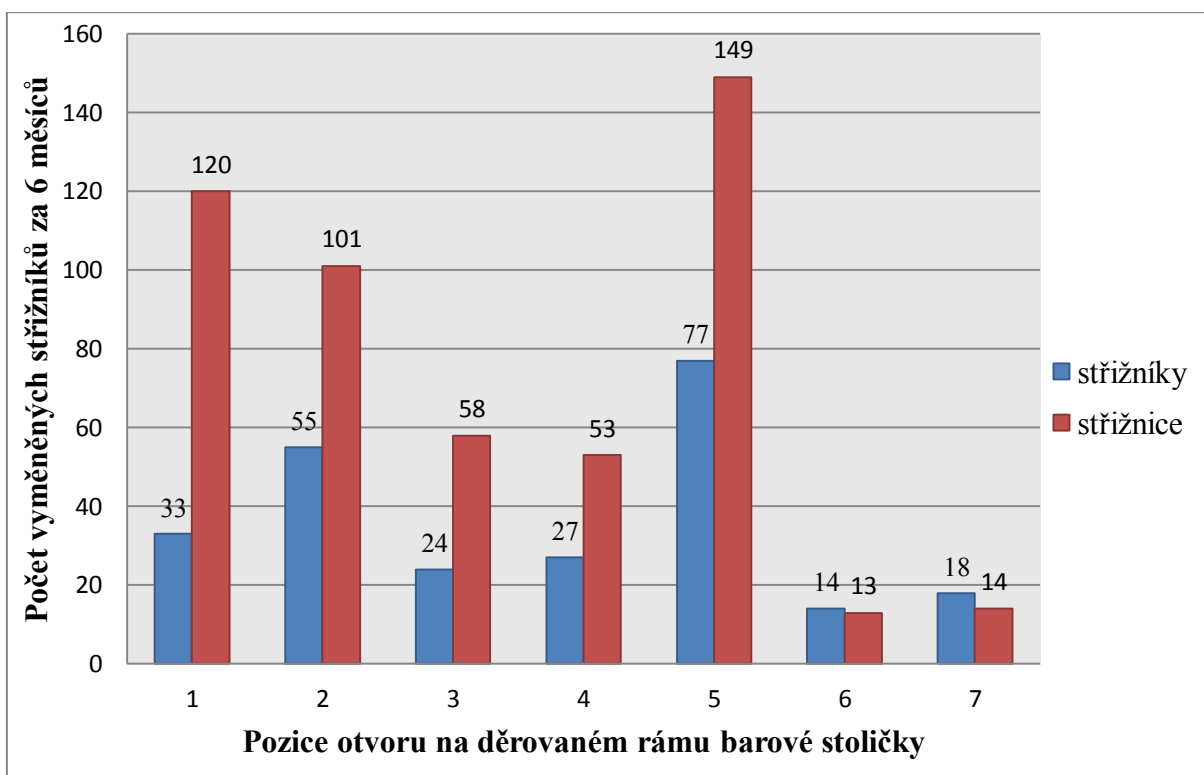
Na děrovacím zařízení dochází k nerovnoměrnému a vcelku nahodilému vzniku poruch střižníků a střižnic, což je vidět v tabulce 2.6, kde jsou zaznamenány výměny střižníků, střižnic po dobu jednoho měsíce.

Tab. 2.6 Počet výměn střižníků a matic za jeden měsíc

[illegible]

V grafu 2.1 je znázorněn počet vyměněných střížníků a střížnic za sledované období. Je zřejmé, že nejméně poruch nástrojů vzniká při děrování otvoru 6 a 7, což se předpokládalo, jelikož zde se provádí děrování pouze přes jednu stěnu. Tyto otvory proto již dále nebudou řešeny. Naopak nejvíce poruch vzniká při děrování otvoru 2 a 5. Při děrování těchto dvou otvorů vzniklo za sledované období šesti měsíců celkem 132 poruch střížníků, což tvoří 53 % z celkového počtu poruch. Při děrování otvorů 2 a 5 za stejné sledované období vzniklo 250 poruch střížnic tj. 49 % z celkového počtu. Z uvedených důvodů budou tyto děrované otvory dále předmětem zájmu.

Graf 2.1 Počet vyměněných střížníků a střížnic za sledované období



3 Nový návrh konstrukce děrovací jednotky

Při navrhování úprav v konstrukci děrovací jednotky bude cílem dosáhnout minimální velikost otřepů a maximální kvalit střížné plochy. Z tohoto důvodu volíme minimální velikost střížné mezery. Od této skutečnosti se bude dále odvíjet konstrukční řešení děrovací jednotky tak, aby při její konstrukci bylo v co největší míře eliminováno sčítání výrobních tolerancí jednotlivých částí děrovací jednotky.

3.1 Výpočet velikosti střížné mezery

Vstupní hodnoty pro výpočet střížné mezery:

- $s = 2,1 \text{ mm}$ maximální tloušťka stěny polotovaru včetně výrobní tolerance;
 $c = 0,005$ koeficient závislý na druhu stříhání (volím tak, aby bylo dosaženo maximální jakosti střížné plochy);
 $R_{ms} = 0,8 \cdot R_m$ pevnost materiálu ve stříhu
 $R_{ms} = 0,8 \cdot 410$
 $R_{ms} = 328 \text{ MPa}$

Pro výpočet střížné mezery je použito vztahu (1.4).

$$z = c \cdot s \cdot \sqrt{0,1 \cdot R_{ms}} = 0,005 \cdot 2,1 \cdot \sqrt{0,1 \cdot 328} = 0,0601 \text{ mm}$$

Hodnota střížné mezery byla zaokrouhlena na 0,06 mm. Tato hodnota činí 3 % tloušťky materiálu.

Velikost střížné vůle je rovna dvojnásobku střížné mezery. Střížná vůle má hodnotu $v = 0,12 \text{ mm}$.

3.2 Výpočet vůle mezi součástkami původního konstrukčního řešení děrovací jednotky

Při současném konstrukčním řešení jsou těleso jednotky, pouzdro, přidržovací píst a složený střížník spojeny v jeden celek, a tedy dochází k součtu jejich výrobních tolerancí, viz tab. 3.1. Také dochází k jejich vzájemnému pohybu, což vede k opotřebení jednotlivých částí děrovací jednotky.

Tab. 3.1 Výrobní tolerance součástek děrovací jednotky

název součásti	tolerovaný rozměr	hodnoty tolerance [mm]	max. hodnota rozměru [mm]	min. hodnota rozměru [mm]
střížník	6,5 h6	$6,5_{-9}^0$	6,500	6,491
pouzdro střížníku	6,5 H7	$6,5_{+15}^0$	6,515	6,500
	13 g6	13_{-17}^{-6}	12,994	12,983
přidržovací píst	13 H7	13_{+18}^0	13,018	13,000
	25 f7	25_{-41}^{-20}	24,980	24,959
pouzdro	25 H7	25_{+21}^0	25,021	25,000
	35 g6	35_{-25}^{-9}	34,991	34,975
těleso	35 H7	35_{+25}^0	35,000	35,000

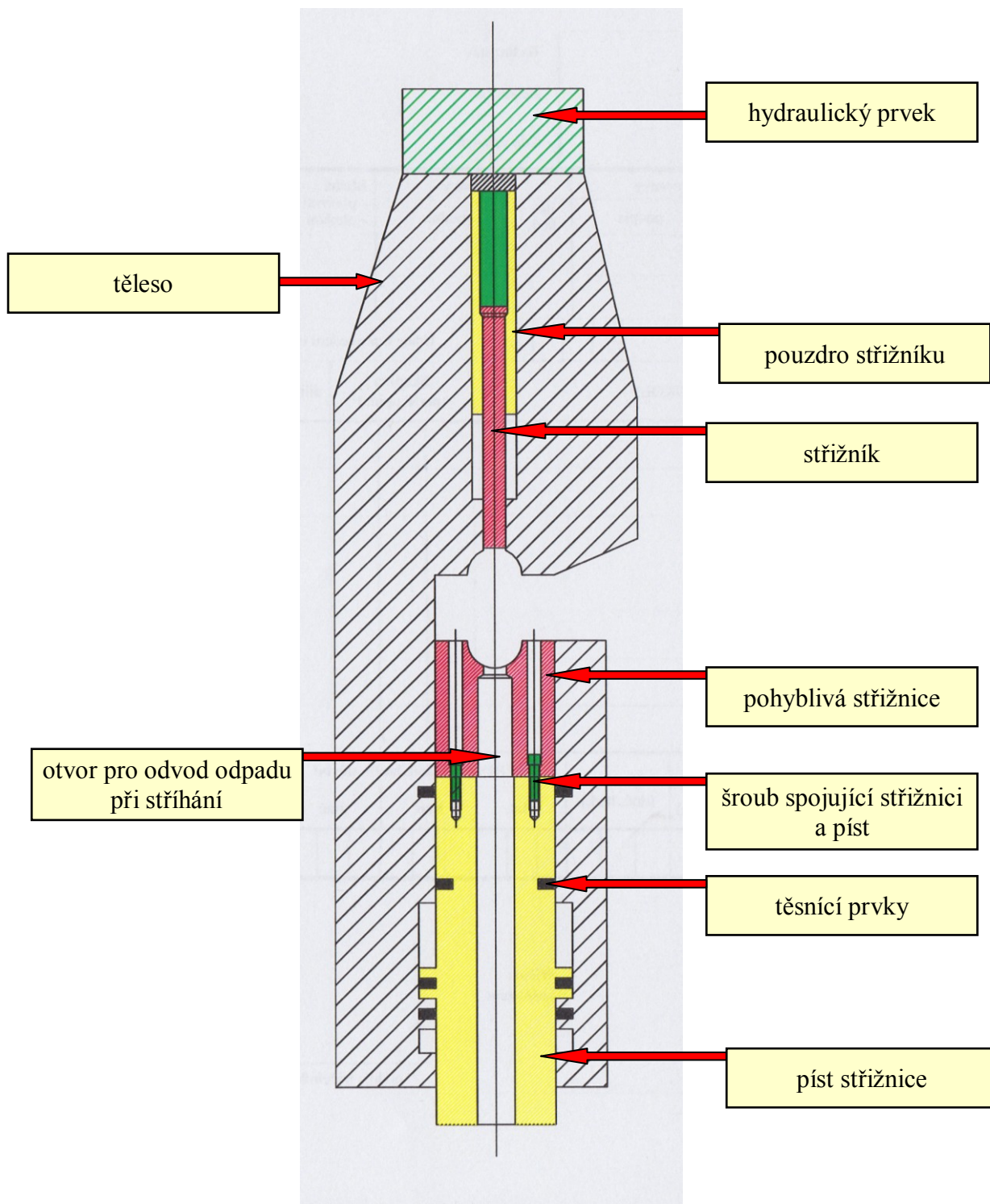
Tab. 3.2 Hodnoty vůlí mezi součástkami původního návrhu děrovací jednotky

	max. vůle mezi součástkami děrovací jednotky [mm]	min. vůle mezi součástkami děrovací jednotky [mm]
střížník – pouzdro střížníku	0,024	0,000
pouzdro střížníku – přidržovací píst	0,035	0,006
přidržovací píst – pouzdro	0,062	0,020
pouzdro – těleso	0,050	0,009
celková vůle	0,171	0,035

Z výsledků je zřejmé, že při součtu maximálních výrobních tolerancí dojde k překročení hodnoty střížné vůle vypočítané v kapitole 3.1 ($0,120 < 0,171$). Nami vypočítaná střížná vůle odpovídá 6 % tloušťky materiálu. Hodnota vůle mezi součástkami původní konstrukce děrovací jednotky je rovna 8,55 % tloušťky stříhaného materiálu. Vůle mezi součástkami děrovací jednotky je o 42,5 % větší než hodnota vypočítané střížné vůle. Tato skutečnost může vést k faktu, že i při dodržení výrobních tolerancí a nulovém opotřebení součástek může dojít k překročení stanovené střížné vůle, a tím ke zhoršení kvality střížné plochy.

3.3 Alternativní řešení konstrukce

Při úpravě konstrukčního řešení jsou přeneseny některé pohyblivé součásti i do spodní části děrovací jednotky, kde dosud byla pouze pevná dělená střížnice. Děrovací jednotka je navržena tak, aby střížnice zastávala zároveň funkci přidržovače. Schematicky je nové řešení znázorněno na obrázku 3.1.



Obr. 3.1 Schéma nového konstrukčního řešení děrovací jednotky

Při tomto konstrukčním řešení těleso spojuje všechny ostatní prvky. Ve spodní části je umístěna střížnice a píst střížnice, který slouží k jejímu pohonu. K jeho pohonu je využito hydrauliky. Uvnitř pístu je otvor sloužící k odvodu odpadu, který vznikne na vnější straně stříhaného materiálu při procesu stříhání. Píst je upevněn ke střížnici pomocí šroubů tak, aby bylo možné provést jednoduchou výměnu střížnice v případě jejího opotřebení. Střížnice nám zde zároveň vykonává funkci přidržovače. V horní části je umístěn složený střížník, který je taktéž poháněn pomocí hydrauliky. Složený střížník je stejně jako v původním návrhu složen ze střížníku, pouzdra střížníku, čepu a šroubu. Hydraulický prvek sloužící k pohonu střížníku je konstrukčně řešen stejně, jak tomu bylo v původním návrhu. Takto navržené konstrukční řešení umožňuje demontáž hydraulického prvku a snadnou výměnu střížníku.

3.4 Výpočet rozměrů střížníku a střížnice

V kapitole 3.1 byla vypočtena hodnota střížné mezery $z = 0,06$ mm. Dle této hodnoty odečtu z tabulky 1.5 stupeň přesnosti střížníku a střížnice IT 7. Pro IT 7 jsou stanoveny dolní a horní mezní úchytky dle strojnických tabulek [13].

Výpočet toleranční jednotky pro rozměr součásti 6,5 mm pro stupeň přesnosti IT 7:

$$D = 6,5 \text{ mm} \quad \text{průměr stříhaného otvoru}$$

$$i = 0,45 \cdot \sqrt[3]{D} + 0,001 \cdot D$$

$$i = 0,45 \cdot \sqrt[3]{6,5} + 0,001 \cdot 6,5$$

$$i = 0,846315$$

Výpočet hodnot mezních úchylek pro stupeň přesnosti IT 7:

$$IT7 = 16 \cdot i$$

$$IT7 = 16 \cdot 0,846315$$

$$IT7 = 13,54 \text{ } \mu\text{m}$$

Pro stupeň přesnosti IT 7 má tolerance pro zhotovení střížníku hodnotu $p_s = 0,01354$ mm a pro střížnici $p_k = 0,01354$ mm. Jelikož se jedná o vystřížení otvoru, odpovídá požadovanému průměru otvoru průměr střížníku a otvor ve střížnici bude zvětšen o dvojnásobek střížné mezery. Pro stupeň přesnosti střížného nástroje IT 7 dle tabulky 1.4 odpovídá toleranci stříhaného výrobku přesnost IT 10. Vzhledem ke skutečnosti, že přesnost stříhaného výrobku má hodnotu IT 10, bude velikost přídatku na opotřebení vypočítána podle vztahu (1.5).

Vztahy pro výpočty rozměru střížníku a střížnice volím dle tabulky 1.6.

$$\text{Střížník:} \quad d_k = d_{-p_k}$$

$$d_k = 6,5_{-0,01354} \text{ mm}$$

$$\text{Střížnice:} \quad D_s = d_k + 2 \cdot z$$

$$D_s = 6,5 + 2 \cdot 0,06$$

$$D_s = 6,62^{+0,01354} \text{ mm}$$

3.5 Návrh střížnice

Střížnice má stejně jako v původním návrhu kruhový tvar. Je vyrobena z materiálu 19 452.4. Polotovar střížnice je kruhová tyč průměru 56 mm a délky 40 mm. Průměr vnitřního otvoru ve střížnici má rozměr $D_s = 6,62^{+0,01}$ mm, tento otvor se po pěti milimetrech rozšíří na průměr 10 mm. Vnější průměr střížnice má velikost 56 mm. Zaoblení střížné hrany střížnice odpovídá hodnotě podle vzorce $R_M = (0,1 \text{ až } 0,2) \cdot s$. Velikost zaoblení střížné hrany při tloušťce stříhaného materiálu 2 mm činí $R_M = 0,2$ [7]. Střížnici spojují s pístem přidržovače dva šrouby s válcovou hlavou a vnitřním šestihranem M 2,5 x 40, DIN 912/A2 [14]. Střížnice má na vnějším průměru dvě vybrání 5 x 10 mm pro zajištění správné polohy střížnice v těle děrovací jednotky. Výkres součásti je přiložen jako Příloha H.

Tolerance vnějšího průměru střížnice činí 56 h7 mm, což odpovídá hodnotě $56_{-0,03}^0$ mm. Otvor v těle děrovací jednotky má rozměr 56 H7 mm, tato hodnota odpovídá velikosti otvoru $56_0^{+0,03}$ mm. Z těchto hodnot vyplývá, že mezi střížnicí a tělem děrovací jednotky se jedná o uložení s vůlí. Maximální možná vůle mezi střížnicí a tělem děrovací jednotky může nabýt hodnoty 0,06 mm, což odpovídá i hodnotě střížné mezery vypočtené v kapitole 3.1.

Střížnice koná zdvih 19 mm, tento pohyb je vyvolán pomocí hydraulické energie. Hydraulická kapalina je přiváděna na píst, který je pomocí šroubů pevně spojen se střížnicí.

3.6 Návrh složeného střížníku

Složený střížník se skládá ze čtyř částí: střížníku, pouzdra střížníku, čepu a šroubu (viz Příloha J a Příloha L). Složený střížník je konstruován tak, aby bylo možné ho snadno vyjmout a v případě poruchy vyměnit. Konstrukce děrovací jednotky umožňuje odpojení kompletního hydraulického členu a následnou výměnu střížníku. Střížník koná zdvih 30 mm. Dále konstrukce umožňuje broušení střížníku z původní délky 71 mm na minimální délku 63 mm.

Pouzdro střížníku slouží ke spojení ostatních částí složeného střížníku (viz Příloha K). Polotovár pro výrobu pouzdra je kruhová tyč o průměru 15 mm a délce 65 mm vyrobená z materiálu 19 321.4. Vnější průměr pouzdra střížníku se rovná hodnotě 13 mm s tolerancí g6, tj. $13_{-0,017}^{+0,006}$ mm. V horní části je průměr zúžen na 12 mm a celé pouzdro je zakončeno osazením o průměru 14,8 mm. Osazení i vybrání průměru 12 mm slouží k uchycení složeného střížníku v horním hydraulickém členu. Ve spodní části má pouzdro střížníku vnitřní průměr 6,5 H7 mm, číselně vyjádřená hodnota tolerance má velikost $6,5_0^{+0,015}$ mm. Tato část slouží k uložení střížníku. Střední část s průměrem 8 mm slouží k uložení čepu a je vyrobená s tolerancí H10. V horní části je vyřezán závit M10 pro stavěcí šroub s vnitřním šestihranem a plochým koncem M 10 x 20, DIN 913/A2 [22]. Šroub zabezpečuje vymezení vůlí uvnitř pouzdra střížníku a spolehlivé upevnění střížníku v pouzdře střížníku. Čep bez hlavy přenáší sílu vyvolanou šroubem na střížník. Čep je volen dle ČSN EN 22340 a je vyroben z materiálu 19 222.4. Označení čepu je ČEP 8 x 20 A ISO 2340.

Střížná část navrhovaného střížníku má průměr $d_k = 6,5_{-0,01}$ mm. V horní části má střížník průměr 8 mm. Délka střížníku činí 71 mm, je možno jej brousit až do délky 63 mm (viz Příloha I). Střížník je vyroben z materiálu 19 436.4. Polotovarem pro výrobu střížníku je tyč o průměru 8 mm a délce 72 mm.

Otvor v těle děrovací jednotky pro uložení složeného střížníku má průměr $13_0^{+0,018}$ mm. Při této konstrukci lze dosáhnout maximální vůle mezi střížníkem a pouzdrem střížníku 0,025 mm. Mezi složeným střížníkem a tělem děrovací jednotky má vůle maximální hodnotu 0,035 mm. Při součtu obou těchto vůlí dosáhneme maximální vůle 0,06 mm.

3.7 Návrh úpravy čela střížníku

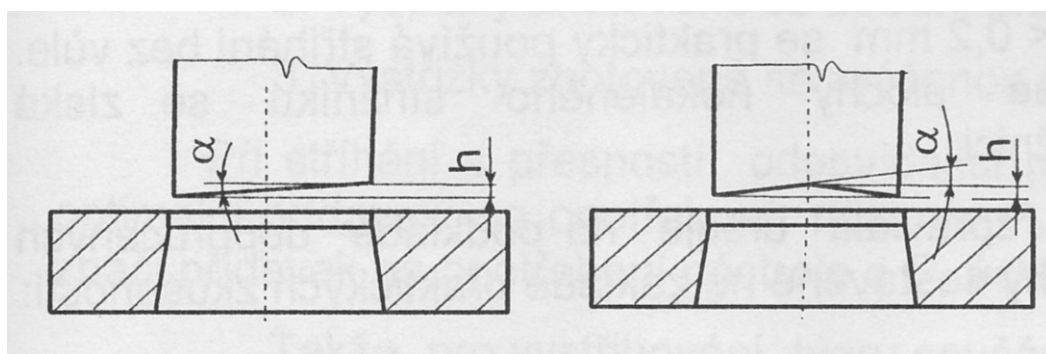
Ke snížení střížné síly a zvýšení kvality střížné plochy je u střížníku provedena úprava čela střížníku (viz obr. 3.2). Hodnotu zkosení čela střížníku pro materiál do tloušťky 3 mm volíme dle tabulky 3.3. Úprava čela střížníku by měla vést ke snížení střížné síly o 30 až 60 % [15].

Tab. 3.3 Hodnoty zkosení čela střížníku [15]

Tloušťka plechu [mm]	h [mm]	α [°]
$s \leq 3$	$h \leq 2 \cdot s$	$\alpha \leq 5$
$s > 3$	$h = s$	$\alpha \leq 8$

kde jsou:

s	tloušťka polotovaru	[mm],
h	výška zkosení čela střížníku	[mm],
α	úhel zkosení čela střížníku	[°] [15].



Obr. 3.2 Úprava střížné hrany střížníku ke snížení střížné síly [15]

Výpočet střížné síly pro děrování otvoru původním střížníkem:

Po výpočet je použito vztahu (1.7)

$$F_{\max} = S \cdot R_{ms} \cdot k$$

$$F_{\max} = S \cdot R_{ms} \cdot k$$

$$F_{\max} = (\pi \cdot d \cdot s) \cdot 328 \cdot 1,5$$

$$F_{\max} = (\pi \cdot 6,5 \cdot 2,1) \cdot 328 \cdot 1,5$$

$$F_{\max} = 21098,31 \text{ N}$$

Výpočet maximální výšky zkosení střižné hrany:

$$h_{\max} \leq 2 \cdot s$$

$$h_{\max} \leq 2 \cdot 2,1$$

$$h_{\max} \leq 4,2 \text{ mm}$$

Výpočet úhlu zkosení střižné hrany:

Maximální hodnota úhlu zkosení střižné hrany činí $\alpha \leq 5$

$$\tan \alpha = \frac{h}{d}$$

$$h = 6,5 \cdot \tan 5$$

$$h = 0,5686 \text{ mm}$$

Při úhlu zkosení čela střižníku $\alpha = 5^\circ$ má výška zkosení čela střižníku velikost $h = 0,5686 \text{ mm}$.

Výpočet střižné síly nově navrženého střižníku:

Po výpočet je použito vztahu (1.8)

$$F_{\max} = (0,16 \text{ až } 0,31) \cdot \frac{s^2 \cdot R_{\text{ms}}}{\tan \alpha}$$

$$F_{\max} = 0,31 \cdot \frac{2,1^2 \cdot 328}{\tan 5}$$

$$F_{\max} = 5125,35 \text{ N}$$

Po úpravě čela střižníku je dosaženo snížení střižné síly o 75,71 %.

3.8 Rámcové ekonomické zhodnocení

Pořizovací cena jednoho střížníku ve společnosti KOVONA SYSTEM, a. s. činí 100 Kč. Doba výměny střížníku se pohybuje od 20 do 40 minut, dle zručnosti pracovníka. Průměrný čas na výměnu jednoho střížníku na děrovací jednotce GLENN je 30 minut. Tato prodleva ve výrobě odpovídá finanční ztrátě 80 Kč. Pořizovací cena střížnice je 500 Kč. Doba výměny střížnice činí 20 minut, to znamená finanční ztrátu 53 Kč za jednu výměnu střížnice. Jedna směna ve společnosti KOVONA SYSTEM, a. s. má délku 7 hodin (420 minut). Výměna jednoho střížníku odpovídá tedy 7,14 % celkové pracovní doby za jednu směnu. Výměna jedné střížnice činí 4,7 % pracovní doby za jednu směnu.

Za sledované období od června 2015 do listopadu 2015 (viz Tab. 2.5) došlo celkem ke 248 výměnám střížníků. Náklady na nové střížníky za toto období jsou tedy 24 800 Kč. Za stejné sledované období bylo vyměněno celkem 508 střížnic, náklady na jejich pořízení jsou 254 000 Kč. Při snížení výměn střížníků a střížnic o 50 % vlivem zavedení nové konstrukce děrovací jednotky, budou náklady na pořízení nových střížníků a střížnic sníženy celkem o 139 400 Kč.

V jednosměnném sedmihodinovém provozu, ve sledovaném období šesti měsíců (183 dnů), tedy s délkou pracovní doby 1281 hodin (76860 minut), při počtu 248 výměn střížníků, činí časová ztráta na výměnu porušených střížníků 124 hodin (7440 minut), což je 9,68 % z celkové doby práce. Je-li finanční ztráta za jednu výměnu rovná 80 Kč, tak za období šesti měsíců odpovídá tato ztráta hodnotě 19 840 Kč. Za stejné období šesti měsíců byla nutná výměna celkem 508 střížnic, časová ztráta na výměnu střížnic je 169,33 hodin (10160 minut). Tato prodleva ve výrobě má za následek finanční ztrátu 26 924 Kč. Sníží-li se počet výměn střížníků a střížnic o 50 %, dojde k finanční úspoře 23 382 Kč a zlepšení využití pracovní doby o 5,92 %.

Celková úspora vlivem snížení výměn střížníků a střížnic o 50 % je rovna součtu snížení nákladů na pořízení nových střížníků, střížnic a finanční úspory způsobené menším počtem výměn střížníků, střížnic. Celkové náklady za šest měsíců se sníží o 161 720 Kč. Lze tedy předpokládat, že celková úspora za jeden rok bude 323 440 Kč.

Závěr

Z dosažených výsledků bakalářské práce *"Zvýšení životnosti střížníků při výrobě ocelových rámu židlí"* vyplývají tyto závěry:

- a) Z analýzy počtu výměn náhradních dílů na děrovacím zařízení GLENN vyplynulo (viz graf 2.1), že nejvíce náchylné na vznik poruchy jsou střížníky, které provádí stříh přes dvě stěny, a to konkrétně ty, které provádí děrování otvorů na pozici 2 a 5 (viz Obr. 1.2), kde vzniká 53 % všech poruch střížníků a 49 % poruch střížnic. Nejméně poruch vzniká při děrování otvorů 6 a 7, kde je prováděno děrování přes jednu stěnu. Zde dochází pouze k 13 % poruch střížníků a 5 % poruch střížnic.
- b) K zajištění kvality střížné plochy pro děrování trubky s vnějším průměrem 16 mm a tloušťkou stěny 2 mm, vyrobené z materiálu E320 (viz 1.2), byla autorem vypočtena hodnota střížné mezery $z = 0,06$ mm a střížné vůle $v = 0,120$ mm (viz 3.1).
- c) Při rozboru konstrukce děrovací jednotky (viz 2.2) bylo zjištěno, že všechny pohyblivé součásti děrovací jednotky jsou umístěny v horní části děrovací jednotky. Tato skutečnost vede k faktu, že dochází k součtu výrobních tolerancí těchto součástí. Z rozboru dolních a horních mezních úchylek původního konstrukčního řešení (viz 3.2) dospěl autor k závěru, že při součtu těchto tolerancí dosáhne maximální hodnota vůle 0,171 mm, což znamená, že je překročena hodnota střížné vůle (viz 3.1) o 42,5 %.
- d) Autor bakalářské práce navrhl novou konstrukci děrovací jednotky (viz 3.3), kde přenesl pohyblivé součásti podílející se na procesu stříhání i do spodní části děrovací jednotky. Z funkčního hlediska došlo ke sloučení funkcí, kdy střížnice vykonává zároveň i funkci přidržovače. Touto úpravou došlo k vyloučení dvou součástí z původního konstrukčního řešení, a to pístu přidržovače a pouzdra přidržovače. Tím došlo k eliminaci součtu mezních úchylek těchto součástek. Vlivem těchto úprav bude hodnota vůle mezi střížnicí a tělem děrovací jednotky maximálně 0,06 mm. Mezi tělem a složeným střížníkem bude hodnota vůle maximálně 0,06 mm.

Při součtu těchto vůlí je dosaženo maximální hodnoty vůle 0,12 mm v děrovací jednotce. Tato maximální hodnota vůle odpovídá velikosti střížné vůle vypočtené v kapitole 3.1.

- e) Pro snížení střížné síly a zvýšení kvality střížné plochy navrhl autor novou geometrii střížné části střížníku (viz 3.7). Bylo zvoleno použití zkosené čelo střížníku pod úhlem 5° , při této úpravě došlo ke snížení střížné síly z 21098,31 N na hodnotu 5125,35 N. Střížná síla byla snížena touto úpravou o 75,71 %.
- f) Z ekonomického hlediska při snížení vzniku poruch vlivem nově zavedené konstrukce děrovací jednotky o 50 % dojde ke snížení nákladů na pořízení nových střížníků a střížnic za období šesti měsíců o 139 400 Kč. Také dojde k úspoře 23 382 Kč vlivem menšího počtu výměn střížníků a střížnic. Celková úspora za šest měsíců je 161 720 Kč. Při stejné poruchovosti během celého roku může roční úspora činit až 323 440 Kč.

Seznam použitých zdrojů

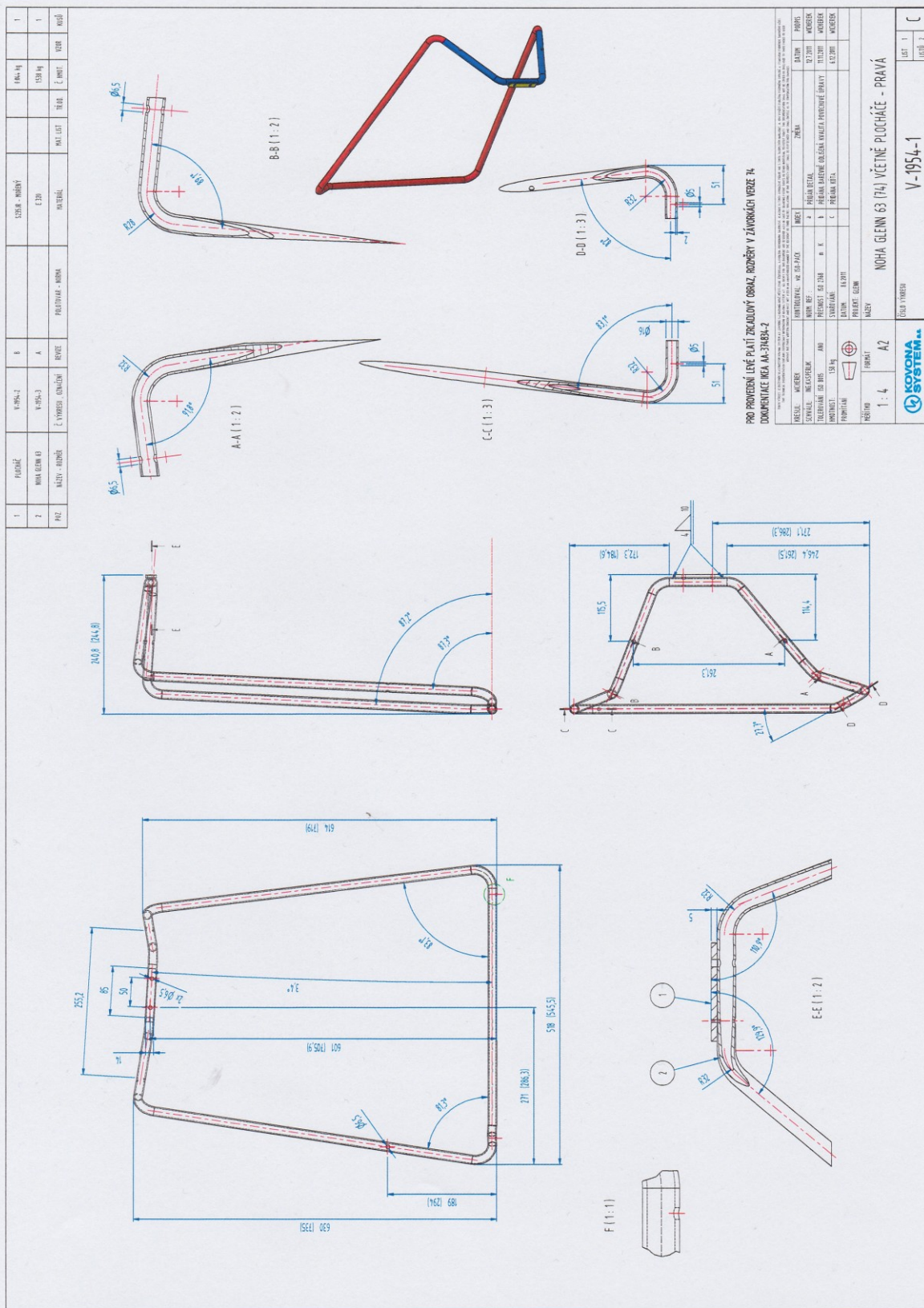
- [1] KOVONA SYSTEM, a. s. [online]. 2014 [cit. 2016-02-01]. URL: <<http://www.kovona.cz/historie-spolecnosti-43.html>>.
- [2] KOVONA SYSTEM, a. s. [online]. 2014 [cit. 2016-02-01]. URL: <<http://www.kovona.cz/zakazkova-vyroba-2.html>>.
- [3] IKEA [online]. 2016 [cit. 2016-02-01]. URL: <<http://www.ikea.com/cz/cs/catalog/products/40203227/>>.
- [4] TOTAL MATERIA [online]. 2016 [cit. 2016-02-01]. URL: <<http://search.totalmateria.com/MaterialDetails/MaterialDetail?vkKey=1402207&keyNum=8872&type=2&hs=0>>.
- [5] ČADA, Radek. *Technologie I: plastická deformace kovů, objemové tváření zastudena, tažení plechu, ohýbání*. 1. vyd. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2009, 85 s. ISBN 978-80-248-2108-5.
- [6] HRUBÝ, Jiří, Stanislav RUSZ a Radek ČADA. *Strojírenské tváření*. 2. vyd. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2006, 152 s. ISBN 80-248-1218-5.
- [7] NOVOTNÝ, Josef a Zdeněk LANGER. *Stříhání a další způsoby dělení kovových materiálů*. 1. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1980 213 s.
- [8] ČADA, Radek. *Technologie tváření, slévání a svařování: stříhání a tažení plechu, objemové tváření zastudena: (návodů do cvičení)*. 1. vyd. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2014, 90 s. ISBN 978-80-248-3624-9.
- [9] KOVONA SYSTEM, a. s. *Technická specifikace strojů a zařízení*. 3. vyd. Český Těšín: KOVONA SYSTEM, a. s., 2015, 21 s.
- [10] MATEJKO, Radim. *Formulář: VI – 064*. 1. vyd. Český Těšín: KOVONA SYSTEM, a. s., 2015, 3 s.
- [11] WELD KVK, s. r. o. [online]. 2009 [cit. 2016-02-01]. URL: <http://www.weldkvk.cz/svarovaci_pristroje_migmag_glc_353_553_mc3_cz.html>

- [12] JESCHKE. *Výkres: Děrovací jednotka (S-006)*). Český Těšín: KOVONA SYSTEM, a. s., 2010, 1 s.
- [13] LEINVEBER, Jan, Jaroslav ŘASA a Pavel VÁVRA. *Strojnické tabulky*. 3., dopl. vyd., dot. Praha: Scientia, 1999. ISBN 80-7183-164-6.
- [14] AKROS [online]. 2014 [cit. 2016-02-01]. URL: <<http://www.akros.cz/srouby-s-valcovou-hlavou-s-vnitřním-sestihranem-din-912-a2>>
- [15] LIDMILA, Zdeněk. *Teorie a technologie tváření*. 1. vyd Brno: Univerzita obrany, 2008. ISBN 978-80-7231-579-6.
- [16] WICHEREK. *Výkres: Noha GLENN 63 (74) včetně plocháče – pravá (V-1954-1)*. Český Těšín: KOVONA SYSTEM, a. s., 2011, 2 s.
- [17] BIELECKI, Antonín. *Výkres: Těleso jednotky GLENN (V-3393 GL-40-10)*. Český Těšín: KOVONA SYSTEM, a. s., 2015, 1 s.
- [18] JESCHKE. *Výkres: Strážnice (GL-40-33)*. Český Těšín: KOVONA SYSTEM, a. s., 2005, 1 s.
- [19] BIELECKI, Antonín. *Výkres: Pouzdro (V-343 GL-40-23)*. Český Těšín: KOVONA SYSTEM, a. s., 2015, 1 s.
- [20] KOTRLA. *Výkres: Přidrž. píst (V-3501b GL-40-20a)*. Český Těšín: KOVONA SYSTEM, a. s., 2016, 1 s.
- [21] BIELECKI, Antonín. *Výkres: Složený razník 6,5 mm (GL-40-32A)*. Český Těšín: KOVONA SYSTEM, a. s., 2012, 1 s.
- [22] AKROS [online]. 2014 [cit. 2016-02-01]. URL: <<http://www.akros.cz/srouby-staveci-s-vnitřním-sestihranem-a-plochým-koncem-din-913-a2>>
- [23] KOTRLA. *Výkres: Děrovací jednotka (GL-40-00)*). Český Těšín: KOVONA SYSTEM, a. s., 2010, 1 s.

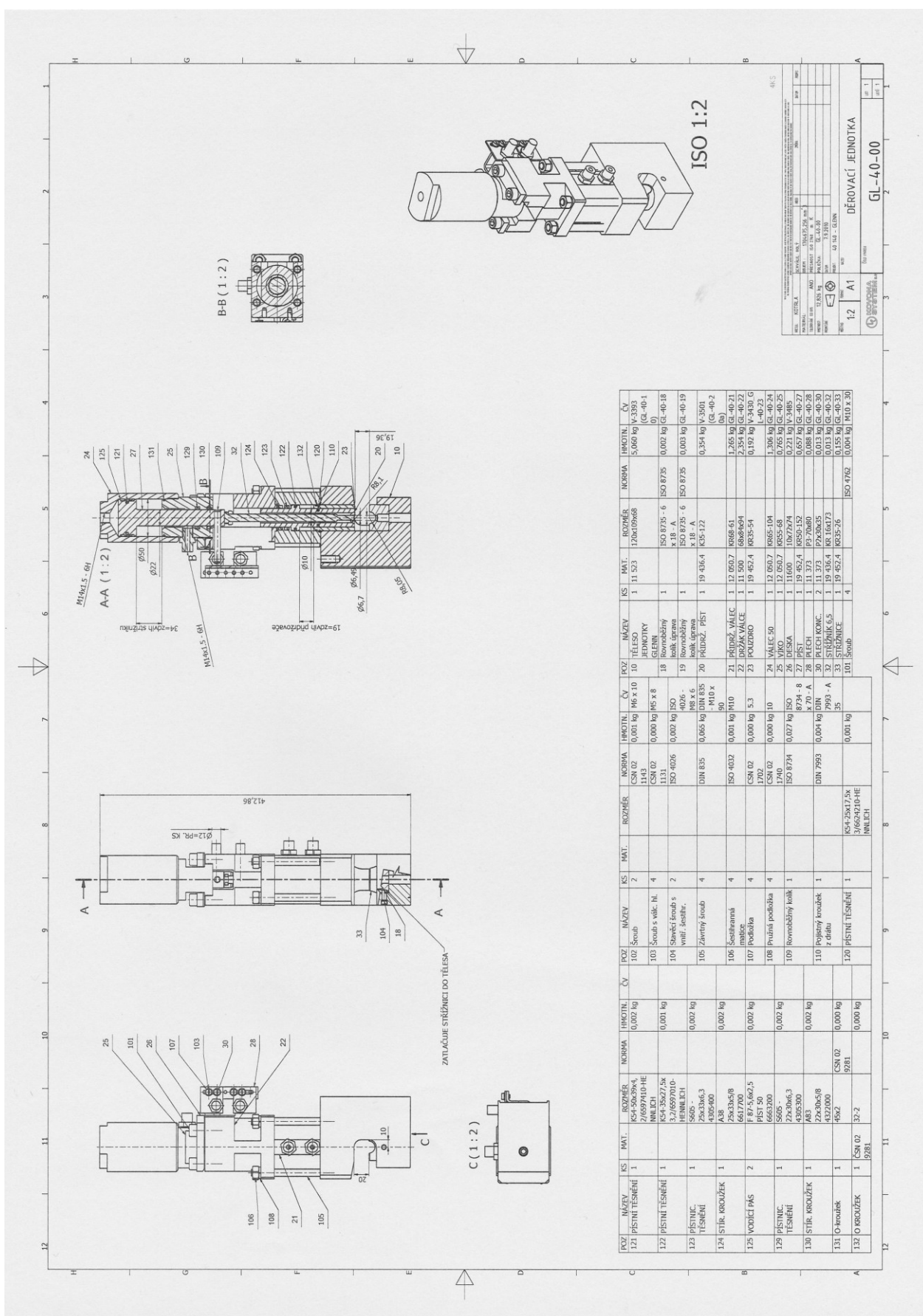
Seznam příloh

- Příloha A – výkres rámu židle [16]
- Příloha B – výkres původní konstrukce děrovací jednotky [23]
- Příloha C – výkres tělesa jednotky GLENN [17]
- Příloha D – výkres střížnice 6,5 mm [18]
- Příloha E – výkres pouzdra přidržovače [19]
- Příloha F – výkres pístu přidržovače [20]
- Příloha G – výkres složeného střížníků [21]
- Příloha H – výkres nového návrhu střížnice
- Příloha I – výkres nového návrhu střížníku
- Příloha J – výkres sestavy složeného střížníku
- Příloha K – výkres pouzdra střížníku
- Příloha L – kusovník sestavy složeného střížníku

Příloha A – výkres rámu židle [16]



Příloha B – výkres původní konstrukce děrovací jednotky [23]

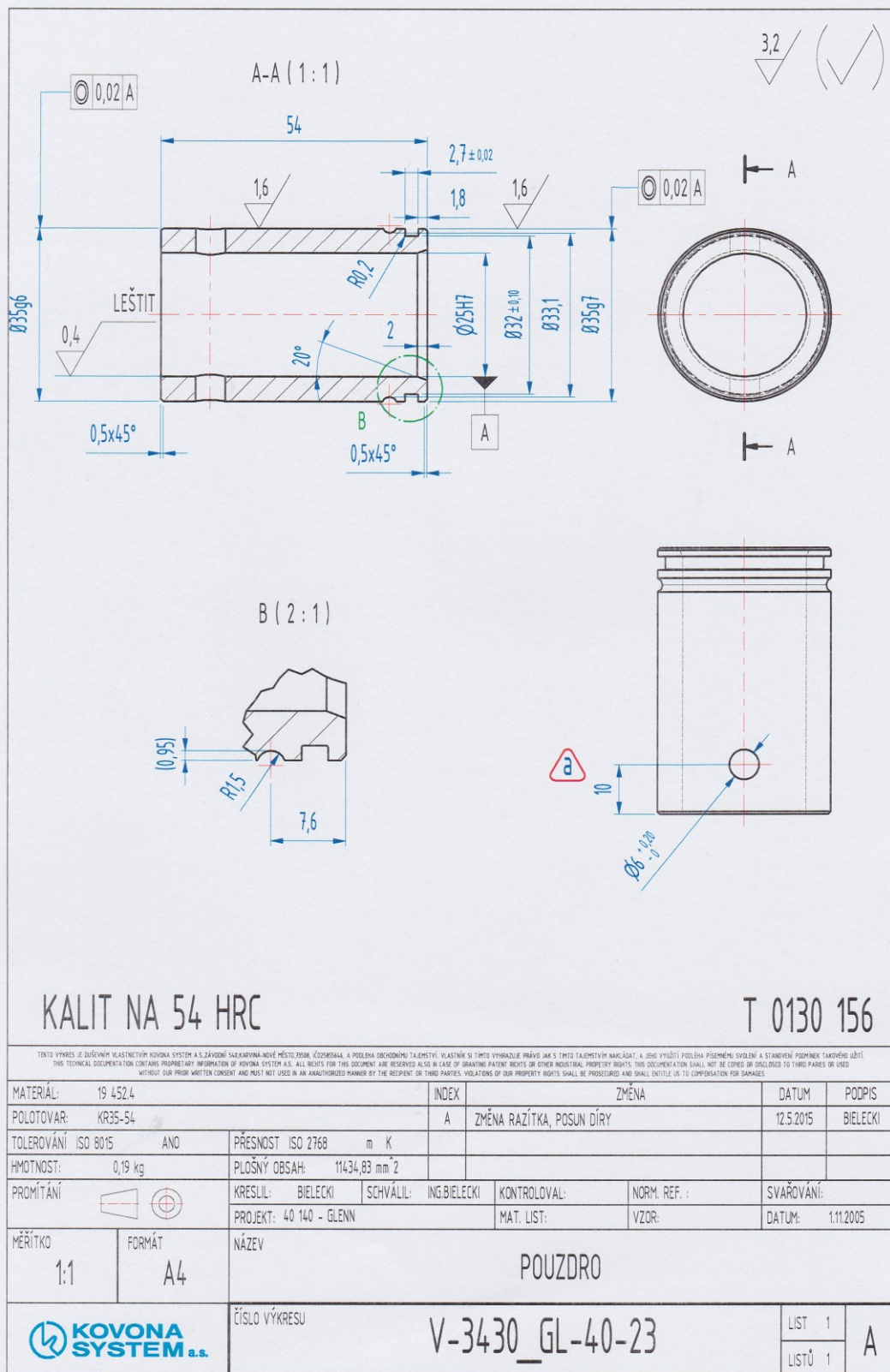


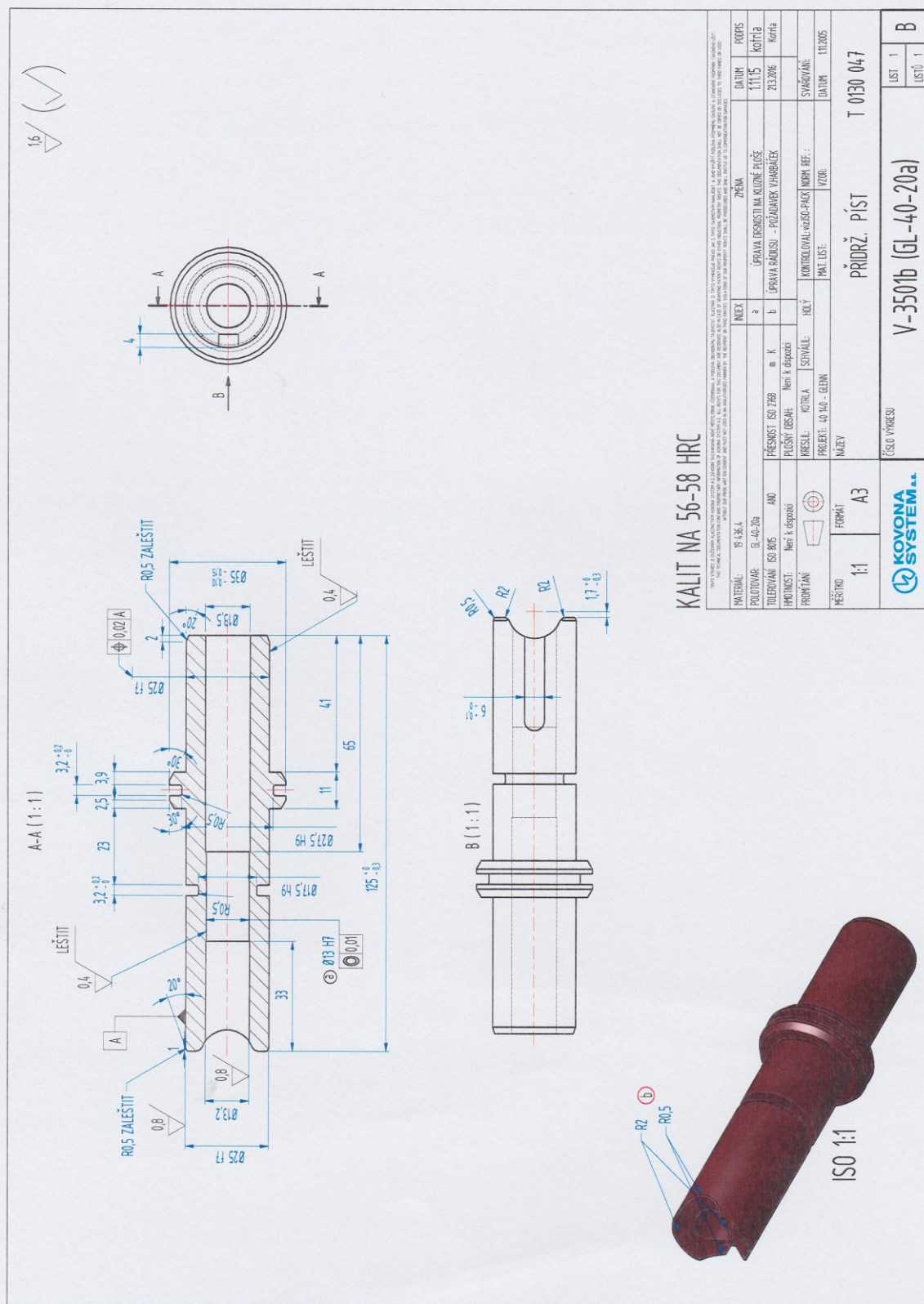


KALIT NA 56HRc

TENTO VÝKRES JE DUŠEVNÍM VLASTNICTVÍM KOVONA SYSTEM A.S. ŽÁDÁME O SOUHLASÍ K POUŽITÍ VÝKRESU V JINÝCH VÝKRESECH. VLASTNÍK SI TÍMTO VYHRADŽUJE PRÁVO JAK S TÍMTO VLASTNICTVÍM NAKLÁDÁT, A JINÝ VYUŽÍTÍ. POŽÁDÁME O SOUHLASÍ K POUŽITÍ VÝKRESU V JINÝCH VÝKRESECH. VLASTNÍK SI TÍMTO VYHRADŽUJE PRÁVO JAK S TÍMTO VLASTNICTVÍM NAKLÁDÁT, A JINÝ VYUŽÍTÍ. POŽÁDÁME O SOUHLASÍ K POUŽITÍ VÝKRESU V JINÝCH VÝKRESECH.					
MATERIÁL:	19 452.4	INDEX	ZMĚNA	DATUM	PODPIS
POLOTOVAR:	KR35-26				
TOLEROVÁNÍ	ISO 8015	PŘESNOST	ISO 2768		
HMOTNOST:	0,15 kg	PL.OBSAH:	5240,50 mm ²		
PROMÍTÁNÍ		KRESLIL: JESCHKE	ŠCHVÁLIL: HOLÝ	KONTROLOVAL:	NORM. REF. :
		PROJEKT: 40 140 - GLENN		MAT. LIST:	VZOR:
MĚŘÍTKO	FORMÁT	NÁZEV	STŘIŽNICE		
1:1	A4				
		ČÍSLO VÝKRESU	GL-40-33		
			LIST 1		
			LISTŮ		

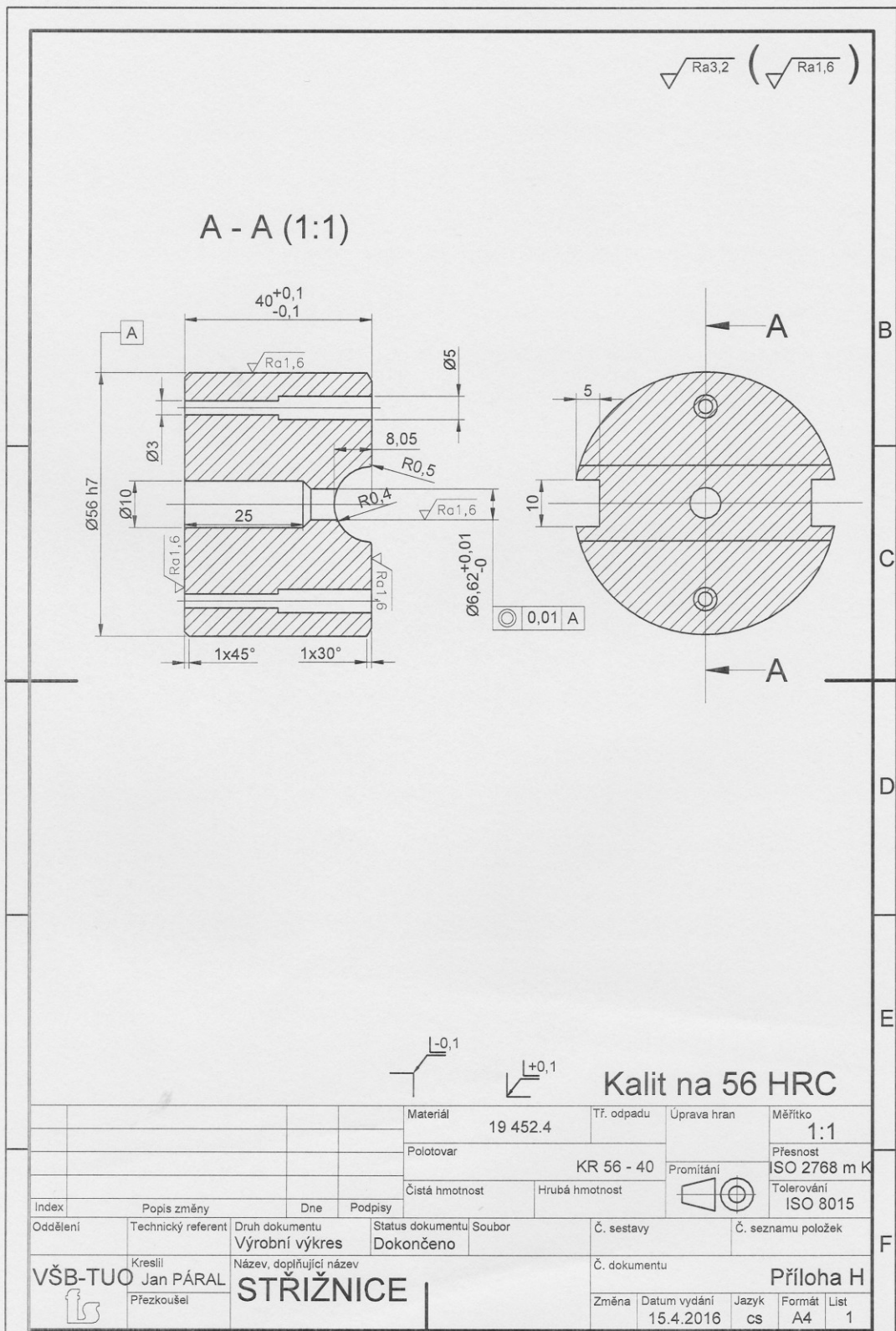
Příloha E – výkres pouzdra přidržovače [19]



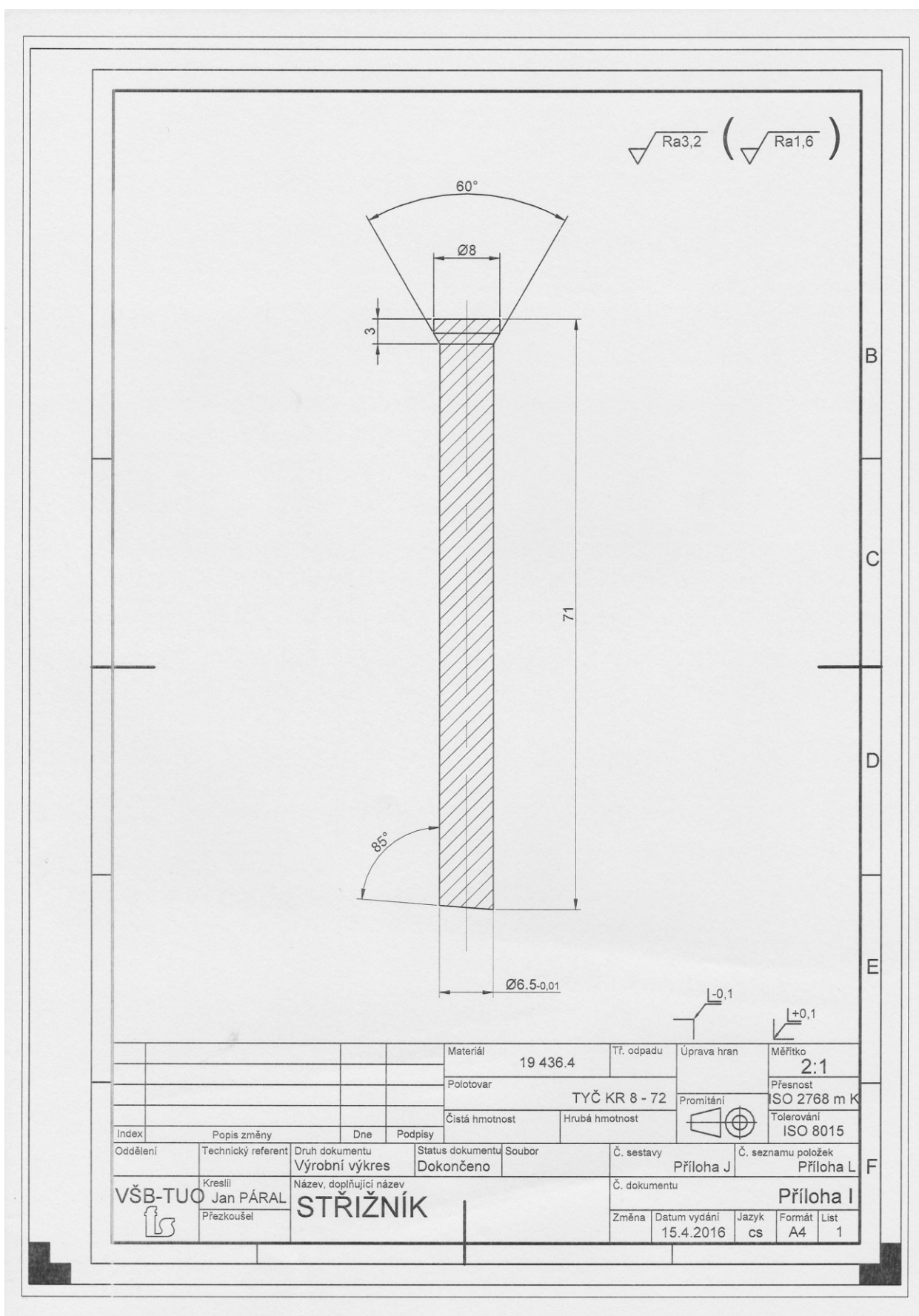




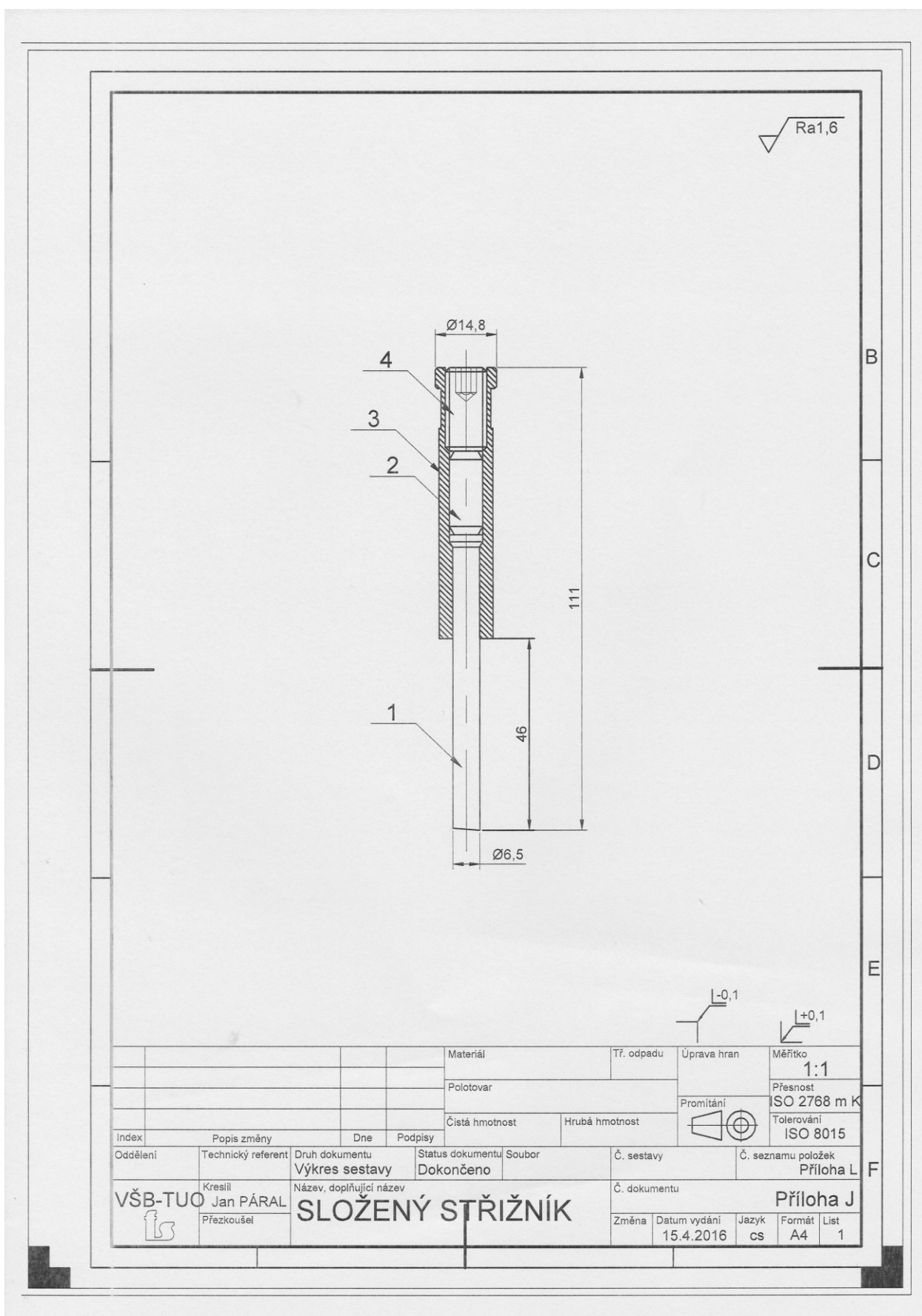
Příloha H – výkres nového návrhu střižnice



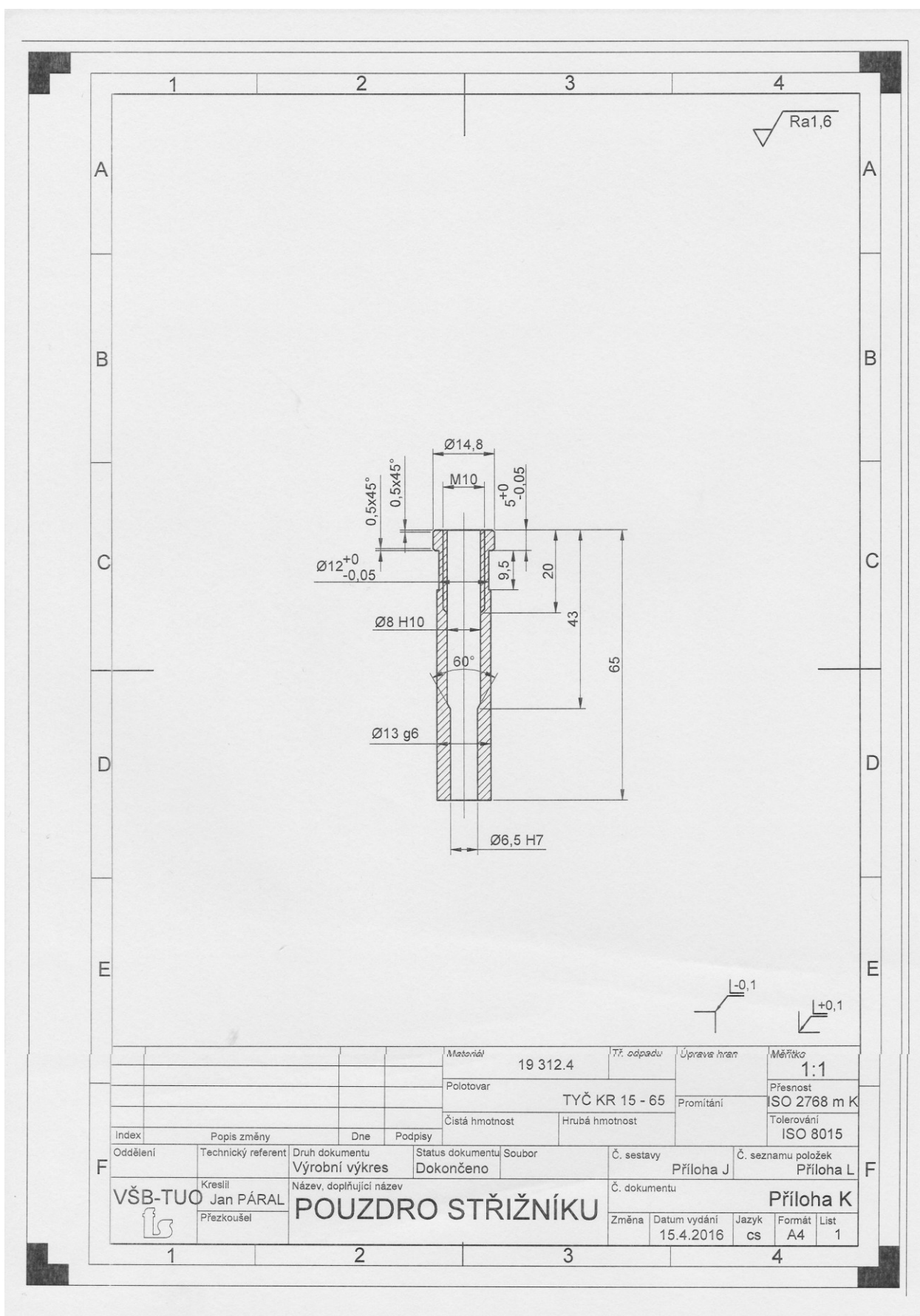
Příloha I – výkres nového návrhu střížníku



Příloha J – výkres sestavy složeného střížníku



Příloha K – výkres pouzdra střizníku



Příloha L – kusovník sestavy složeného střížníku

1		2		3		4	
Odkaz	Označení Výkres	Soubor	Polotovar Materiál	Množ. Jedn.	Hmotnost (kg)		
A	1	STŘIŽNÍK Příloha I	TYČ KR 8 - 72 19 436.4	1 ks			
	2	ČEP	ČEP 8 x 20 A ISO 2340 19 222.4	1 ks			
	3	POUZDRO STŘIŽNÍKU Příloha L	TYČ KR 15 - 65 19 312.4	1 ks			
	4	STAVĚCÍ ŠROUB M10	M 10 x 20, DIN 913/A2	1 ks			
B	5						
	6						
	7						
C	8						
	9						
	10						
	11						
	12						
D	13						
	14						
	15						
	16						
	17						
E	18						
	19						
	20						
	21						
			Materiál	Tř. odpadu	Úprava hran	Měřítko	
			Polotovar		Promítání	Přesnost	
			Čistá hmotnost	Hrubá hmotnost		Tolerování	
Index		Popis změny	Dne	Podpisy			
Oddělení	Technický referent	Druh dokumentu	Status dokumentu	Soubor	Č. sestavy	Č. seznamu položek	
VŠB-TUO	Kreslí Jan PÁRAL Přezkoušel	Kusovník	Dokončeno		Příloha J		
		Název, doplňující název			Č. dokumentu	Příloha L	
		KUSOVNÍK			Změna	Datum vydání	Jazyk
					15.4.2016	cs	Formát
					A4	List	1